



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

COORDINACIÓN GENERAL ACADÉMICA

Coordinación de Bibliotecas

Biblioteca Digital

La presente tesis es publicada a texto completo en virtud de que el autor ha dado su autorización por escrito para la incorporación del documento a la Biblioteca Digital y al Repositorio Institucional de la Universidad de Guadalajara, esto sin sufrir menoscabo sobre sus derechos como autor de la obra y los usos que posteriormente quiera darle a la misma.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE LA COSTA SUR

DIVISIÓN DE DESARROLLO REGIONAL

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA Y RECURSOS
NATURALES



**La dieta de *Crocodylus acutus* en el estero La Manzanilla,
Jalisco, y un nuevo índice para evaluar condición corporal**

Tesis Presentada por el Sustentante:

M.V.Z. RICARDO ADRIAN OJEDA ADAME

Como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES

AUTLÁN DE NAVARRO, JALISCO

ENERO 2016

“La ciencia está hecha de errores; pero son errores útiles, pues guían poco a poco a la verdad”.

Julio Verne

La dieta de *Crocodylus acutus* en el estero La Manzanilla, Jalisco, y un nuevo índice para evaluar la condición corporal

Ricardo Adrián Ojeda Adame

RESUMEN

En el presente estudio se describe la dieta de *Crocodylus acutus*, en el estero de La Manzanilla, Jalisco, y se propone un índice para evaluar su condición corporal. En el periodo de lluvias (agosto-noviembre del 2014) se capturaron 49 cocodrilos (41 clase 1, tres clase 2, uno clase 3 y cuatro clase 5) de los cuales a 46 (39 clase 1, dos clase 2, un clase 3 y un clase 5) se les realizó el lavado gástrico. Se las presas encontradas son pertenecientes a las clases Insecta, Araneae, Crustacea, Osteichthyes y Mammalia, se identificaron ocho órdenes (Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera, Odonata, Decapoda y Rodentia), siete familias (Dysticidae, Elateridae, Scarabaeidae, Formicidae, Stenopelmatidae, Brachyura, Palaemonidae y Cricetidae), y cuatro géneros (Onthophagus, Phyllophaga, Macrobrachium y Peromyscus). El índice de Shannon mostró una diversidad en la dieta de $H' = 1.8$ y el índice de equitatividad de Pielou indicó un valor de $J' = 0.61$, debido a que las familias con hábitats acuáticos (Dysticidae del orden Coleoptera, y Brachyura y Palaemonidae del orden Decapoda) fueron las que tuvieron más presencia en las muestras. La dieta estuvo compuesta principalmente por insectos con un porcentaje de ocurrencia de 79.5%, seguidos por los arácnidos con 59.1%, los crustáceos con 22.3%, los peces con 9.1% y por último los mamíferos con 2.3%, representados por una sola especie. Se diseñó un índice de condición corporal (ICC), el cual evalúa cinco puntos óseos palpables o visibles, y que tiene una escala de ICC = 1 (que nos indica un individuo con deficiencias nutricionales) a un ICC = 5 (que agrupa individuos con obesidad), siendo el ICC = 3 la condición corporal ideal. Se obtuvo un ICC general de $2.9 (\pm 0.05)$, se calcularon los índices K de Fulton con un valor de $2.6 (\pm 0.16)$ y el índice de condición relativa (ICR), que obtuvo un valor de $14.4 (\pm 0.01)$; estos fueron comparados utilizando el índice de correlación de Pearson, obteniendo una correlación de $P = 0.0144$ entre la K y el ICC, una $P = 0.23$ entre el ICC y el ICR y una correlación de $P = 0.69$ para el ICR y la K. Para apoyar la conservación del *Crocodylus acutus* es necesario continuar con los estudios enfocados a dieta, así como probar y validar la efectividad del índice de condición corporal (ICC).

Palabras clave: cocodrilos, diversidad, hábitat, condición relativa, K de Fulton.

The diet of *Crocodylus acutus* in the estuary La Manzanilla, Jalisco, and a new index to evaluate corporal condition

Ricardo Adrian Ojeda Adame

ABSTRACT

In this study the diet of *Crocodylus acutus* at the estuary of La Manzanilla, Jalisco is described, and an index is proposed to assess body condition. In the rainy season (August to November) 49 crocodiles were captured (41 class 1, three class 2, one class 3 and four class 5); 46 of them (39 class 1, two class 2, one class 3 and one class 5) were subject to gastric flushing. The prey was belong to the classes Insecta, Araneae, Crustacea, Osteichthyes y Mammalia, eight orders were identified (Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Hemiptera, Odonata, Decapoda y Rodentia), seven families (Dysticidae, Elateridae, Scarabaeidae, Formicidae, Stenopelmatidae, Brachyura, Palaemonidae y Cricetidae), and four genera (*Onthophagus*, *Phyllophaga*, *Macrobrachium* y *Peromyscus*). Shannon index calculates diet diversity as $H' = 1.8$ and the Pielou evenness index indicated a $J' = 0.61$, because families with aquatic habitats (Dysticidae, Brachyura and Palaemonidae) have greater presence in the samples. The diet consisted mainly of insects with a percentage of occurrence of 79.5%, followed by 59.1% of arachnids, crustaceans with 22.3%, fish with 9.1% and finally mammals with 2.3%, represented by a single species. We designed an index of corporal condition (ICC), which evaluate the animal based on six palpable or visible bone points; it goes from ICC = 1 (indicates an individual with nutritional deficiencies) to an ICC = 5 (which indicates an individual with obesity); ICC = 3 it is the ideal body condition. General ICC for our sample was $2.9 (\pm 0.05)$. Also, we calculated the Fulton's K index, with a value of $2.6 (\pm 0.16)$ and the relative condition index (RCI), obtaining a value of $14.4 (\pm 0.01)$; these were compared with ICC using the Pearson correlation index. It was a correlation of $P = 0.0144$ between K and ICC, $P = 0.23$ between ICC and RCI and $P = 0.69$ for ICR and K. To contribute to conservation of *Crocodylus acutus* is necessary to continue the studies focused on diet and testing and validation of the corporal condition index (ICC).

Keywords: crocodile, diversity, habitat, relative condition, Fulton's K.

Agradecimientos

Me agradezco a mí mismo por haber logrado la concentración necesaria para poder escribir un texto científico y no morir en el intento o enloquecer a niveles patológicos.

A CONACYT por haber cumplido su obligación de destinar el dinero de los contribuyentes en una beca destinada a investigación.

A Nacho, Helios y Maleni quienes formaron mi comité de asesores, una disculpa por haberlos echo sufrir con mis ideas locas y muchas gracias por corregir mis errores y compartir toda su experiencia. En palabras de Isaac Newton “Si he logrado ver más lejos, ha sido porque he subido a hombros de gigantes”.

Al pueblo y al Ejido de la Manzanilla cuyo apoyo fue esencial para poder realizar el trabajo de campo una de las etapas más divertidas y emocionantes de la investigación, muy especialmente a Don Pepe y a Don Primitivo quienes compartieron su tiempo, amistad y sabiduría para poder realizar esta investigación, sin ellos todo esto hubiera sido imposible.

A todos los maestros cuyas clases cambiaron mi forma de interpretar la realidad y disculpen los miles de dibujos hechos en clase.

A Rafael García de Quevedo, Ramón Cuevas y a Luis Eugenio Rivera Cervantes por haber destinado su valioso tiempo en ayudarme a identificar los ítems de los contenidos estomacales, sin su experiencia aun estaría tratando de identificarlos.

A todos los cocodrileros; de Vallarta, de Colima, de Chiapas y Latinoamérica que ayudaron en mi formación o “deformación” dentro del gremio, de forma muy especial quiero agradecer a Sergio, Mary Cruz, Pablo, Dany, Guadalupe, Jero, El Jona, Carlos Piña y al Dr. Chunko por la paciencia y el entusiasmo que se requiriere para soportarme y ser mis maestros en ese proceso. De parte del Diablo un infernal agradecimiento.

A todas las personas comparten alguna parte de mi locura y por lo cual pudimos crear una amistad les agradezco y dedico este trabajo. Intentare nombrar a todos, Alexander, Armando, Azu, Christian (el Komander), Citlali, Jose, Juanito, Judit, Laura Yolo, Mary Chui, Nancy, Natalia, Peter, Pilar, Rosa, Sherpa y Villicaña; si te olvido pero estas leyendo esto, merecías estar aquí, una gran disculpa.

A Oscar Cárdenas quien siendo el coordinador de la maestría me oriento y me facilito acceder a los apoyos gracias a los cuales logre ir a Vallarta, Chiapas, Colima, Nayarit y Colombia, por esto y más estaré siempre agradecido.

Dedicatorias

Este trabajo representa uno de mis mayores logros y está dedicado a mi familia. A mis padres que me regalaron la oportunidad de vivir. A mi hermano que ha sido el mejor amigo de toda mi vida. A mis tíos que son mis padres disfrazados de amigos. A mis abuelos por su sabiduría y a mis primos que son como mis hermanos.

A todo aquel que ha logrado ver perfección en la naturaleza y lucha día a día por pertenecer en ella.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	1
Objetivos	2
Revisión de literatura	2
Cocodrilos.....	2
Alimentación.....	4
Estudios de dieta en cocodrilos.....	5
Anatomía sistema digestivo.....	9
Digestión.....	12
Condición corporal.....	14
Conservación del cocodrilo.....	15
Metodología	16
Descripción del área de estudio.....	16
Métodos.....	17
Trabajo de campo.....	17
Trabajo de laboratorio.....	21
Trabajo de gabinete.....	22
Análisis de datos.....	23
Resultados	25
Dieta de <i>Crocodylus acutus</i>	28
Condición corporal.....	32
Discusión	37
Conclusión	45
Recomendaciones de manejo	46
Literatura citada	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía de la boca del cocodrilo donde se muestra la lengua (a) y la válvula (b). Tomada de Rymer (1861).....	10
Figura 2. Anatomía del estómago. (a) Porción pilórica, (b) tendón central, (c) esófago y (d) porción pilórica. Tomada de Rymer (1861).....	11
Figura 3. Código utilizado para realizar el corte de escamas caudales para identificación. (Tomado de Domínguez-Lazo et al, 2011).....	19
Figura 4. Imagen de los puntos de captura de los cocodrilos en el estero La Manzanilla, Jalisco.....	26
Figura 5. Se muestran los órdenes identificados y el número de veces que aparecieron en las muestras.....	30
Figura 6. Se muestran las familias encontradas y el número de veces que aparecieron en las muestras.....	30
Figura 7. Porcentaje de ocurrencia de los grupos de ítems encontrados en los contenidos estomacales de los cocodrilos (N=44).....	31
Figura 8. El hueso articular de la mandíbula es señalado por una flecha.....	33
Figura 9. Los huesos escapulares son señalados por una flecha blanca y las vértebras cervicales se señalan por una flecha negra.....	34
Figura 10. La fosa cervical es señalada por una flecha.....	34
Figura 11. La porción iliaca del hueso pélvico es señalado por una flecha.....	35

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Sexos y dimensiones promedio por clase de tamaño; los errores estándar se muestran entre paréntesis. M: machos, H: hembras, S/I: sin identificar.....	27
Cuadro 2. Se muestran los ítems identificados a diferentes niveles taxonómicos, así como sus hábitats (Borror y White, 1970; White, 1983; Villalobos, 1998).....	29
Cuadro 3. Porcentaje de ocurrencia (PO) de los ítems por clase de tamaño.....	32
Cuadro 4. Índice de condición corporal (ICC) obtenidos para cada clase de tamaño..	35
Cuadro 5. Índice K de Fulton para cada clase de tamaño; el valor entre paréntesis es el error estándar.....	36
Cuadro 6. Índice de masa a escala (Mi) para cada clase de tamaño (los valores entre paréntesis corresponden al error estándar.....	36
Cuadro 7. Índice de condición relativa (ICR) para cada clase de tamaño; los valores entre paréntesis corresponden al error estándar.....	37

INTRODUCCIÓN

Los cocodrilos son cazadores furtivos, oportunistas y versátiles, y su dieta depende de la factibilidad y disponibilidad de presas (Webb *et al.*, 1982), la cual está sujeta a variables como la estación del año, región geográfica, régimen hídrico, y patrones de migración, entre otras (Fujisaki *et al.*, 2009). Su dieta es de tipo ontogénica; esto quiere decir que mientras el cocodrilo va creciendo, su dieta va cambiando. De forma general, para la mayoría de los cocodrilianos, los neonatos y juveniles se alimentan principalmente de artrópodos, siendo los insectos y arácnidos su principal fuente de alimentos; posteriormente incluyen crustáceos y gasterópodos, hasta llegar a una dieta compuesta principalmente de vertebrados, en su mayoría peces, para estados adultos (Álvarez del Toro, 1974). Esta fórmula general se ajustará de manera específica dependiendo de la especie, región geográfica, estacionalidad, patrones de comportamiento, temperatura y otras variables que la afectan (Álvarez del Toro, 1974; Hernández-Hurtado *et al.*, 2006). Los estudios de dieta en cocodrilos resultan complicados, debido a que son cazadores nocturnos y acuáticos, y a que las técnicas utilizadas para realizar estos estudios resultan complicadas en su implementación (Platt *et al.*, 2006). Como resultado de esto, existen pocos estudios al respecto de la alimentación de los cocodrilos en estado silvestre. En particular, para la especie *Crocodylus acutus*, sólo existen cuatro estudios enfocados a su dieta en estado silvestre (Thorbjarnarson, 1988; Casas-Andreu y Barrios-Quiroz, 2003; Cupul-Magaña *et al.*, 2008 y Platt *et al.*, 2013), de los cuales sólo dos son para México (Casas-Andreu y Barrios-Quiroz, 2003; Cupul-Magaña *et al.*, 2008). El estudio científico de la dieta es una herramienta clave para el entendimiento de la biología y la ecología de cualquier especie animal. Al entender de qué se alimenta, se comprende qué lugares habita, qué requiere para sobrevivir, qué poblaciones controla, y su comportamiento, entre otros aspectos. Por ello, en este estudio se pretende contribuir a la generación de esta información básica.

Dependiendo de la dieta, está la condición corporal (Babarro y Hernández, 2013), la cual es una valoración que nos provee información sobre la calidad del ambiente (que puede ser afectada negativamente por la degradación y pérdida de hábitat, contaminación, sobre-explotación y cambio climático), la historia natural de la especie (reproducción, supervivencia juvenil, y migración) y sus interacciones ecológicas (carga parasitaria, dominación social, dieta y densidad) (Carter, 1997; Boersma, 1998; Brown *et al.*, 2001; Nagy *et al.*, 2002; Cadi y Joly, 2003; Whiteman y Parker, 2004; Vervecke *et al.*, 2005; Stevenson y Woods, 2006). Pero, ¿qué es condición corporal? La Real Academia de la Lengua Española define la

condición como “índole, naturaleza o propiedad de las cosas”; por lo tanto, la condición corporal sería la situación particular de las propiedades del cuerpo de un individuo; esto implica tomar en cuenta una gran cantidad de variables (Stevenson y Woods, 2006); sin embargo, los estudios de condición corporal en cocodrilos se han centrado sólo en evaluar la masa corporal en función del tamaño, por medio de complejas fórmulas matemáticas que dificultan su entendimiento e interpretación. Al respecto, la propuesta de esta investigación concuerda con Mazzotti *et al.*, (2012), en la necesidad de crear índices que sean de fácil aplicación y difusión, y que resuelvan las dudas ecológicas planteadas por la biología de los cocodrilos, diversificando los parámetros para evaluar la condición corporal de los sujetos estudiados, y relacionando estos con los factores ambientales que los rodean.

OBJETIVOS

Generales

1. Describir la dieta de *Crocodylus acutus* en el estero La Manzanilla, Jalisco.
2. Proponer un índice para determinar la condición corporal de *Crocodylus acutus*.

Específicos

- Determinar ocurrencia de presas en general y por clases.
- Determinar diversidad de la dieta por clases.
- Comparar el índice de condición corporal diseñado, con los índices utilizados normalmente en cocodrilos.

REVISION DE LITERATURA

Cocodrilos

En silencio nada el cocodrilo; doscientos cincuenta millones de años de historia lo acompañan. Este animal pertenece a un grupo de reptiles que dominaron la tierra (arcosaurios); vieron extinguirse a los dinosaurios, presenciaron el surgimiento de las aves y en la actualidad sobreviven 23 especies distribuidas por ríos, mares y lagos de todo el

mundo. De estas veintitrés especies, tres habitan en México: *Crocodylus acutus*, *Crocodylus moreletii* y *Caiman crocodilus* (Álvarez del Toro, 1974; Thorbjarnarson, 2010).

Crocodylus acutus (Cuvier, 1807), cuyo nombre científico significa “alargado”, recibe nombres variados como caimán aguja, lagarto real, cocodrilo americano, cocodrilo de río o simplemente cocodrilo, y es la especie que este estudio contempla. Es el cocodrilo con la distribución más amplia en el continente americano, distribuyéndose desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Perú y teniendo presencia en algunas islas caribeñas. En México, esta especie se distribuye en el Pacífico desde el norte de Sinaloa, en el río El Fuerte hasta el sur en Chiapas. En la vertiente del Atlántico se encuentra desde Campeche y en toda la península de Yucatán. Esta distribución tan amplia probablemente se deba a su ventaja evolutiva de soportar medios salinos. Es por esto que podemos encontrarlo habitando ríos, pozos, pantanos, lagunas internas, lagunas salobres, manglares e incluso en ambientes totalmente marinos (Thorbjarnarson, 1992, 2010).

Los cocodrilos nacen con una longitud menor a 30 centímetros. Emergen del nido indefensos ante una gran cantidad de depredadores (peces, aves y mamíferos) que los acosarán gran parte de su vida; pocas crías llegarán a adultos, convirtiéndose en los depredadores tope. Al nacer, los cocodrilos cuentan con un fondo pardusco que al pasar el tiempo se perderá, para terminar con una coloración grisácea ligeramente verdosa. El hocico corto de la cría se tornara alargado conforme vaya envejeciendo, y en la vida adulta se tornara grueso y con una joroba. Si bien los cocodrilos presentan diferencias según su edad, la conformación prácticamente es idéntica en todos los estadios: cinco dedos en los miembros anteriores y cuatro en los posteriores, una cola poderosa, redondeada al principio y aplanada al final, una armadura bien desarrollada con crestas escamosas, oídos y fosas nasales que pueden ser cerrados a voluntad, miembros traseros más poderosos que los delanteros y el cuarto diente de la mandíbula inferior proyectado hacia afuera, son algunas de las características que definen al cocodrilo de río (Medem, 1981; Álvarez del Toro, 1974; Ponce-Campos, 2004; Thorbjarnarson; 2010).

Los cocodrilos son cíclicos y las fechas para importantes eventos biológicos varían dependiendo de la región geográfica. Los cocodrilos empiezan sus rituales de apareamiento en diciembre y culminan aproximadamente en marzo. Durante este tiempo los machos emitirán fuertes vocalizaciones, tomarán posturas donde demuestran su dominancia al arquear la cola y mostrar el lomo y cabeza, producen vibraciones en el agua y golpean en repetidas ocasiones el agua con sus mandíbulas; con esto establecen su territorio, aunque a

veces estos desplantes no son suficientes y es necesaria una pelea, la cual puede terminar con grandes heridas, amputaciones o la muerte del perdedor (Álvarez del Toro, 1974). Los machos lucharán por territorios, siendo solo uno, el macho dominante, el que controlará el mejor sitio y se apareará con la mayoría de las hembras. El apareamiento se caracteriza por vocalizaciones, suaves movimientos, nadar juntos y el roce de sus cabezas; la cópula comienza al unir sus cloacas bajo el agua, culminando al liberarse el semen. Este proceso tiene una duración aproximada de 15 minutos. A partir de la fertilización de los huevos, dará inicio la temporada de anidación. Previo a la postura de los huevos, las hembras establecerán áreas de anidación, siendo la hembra dominante la que escoja el mejor sitio. La hembra realizará exploraciones continuas al lugar, cavará algunas veces sin ovopositar, hasta que alrededor de marzo a mayo, hará un pozo que puede ser hasta de 68 cm de profundidad por 76 cm de diámetro. En este colocará entre 30 y 70 huevos, que permanecerán ahí durante 80 días; durante ese tiempo la madre vigilará y patrullará el nido. Al nacer, las crías llamarán a la madre, la cual irá por ellos, los transportará hasta el agua y cuidará de ellos, siendo uno de los pocos reptiles con cuidado parental. Si tienen suerte, crecerán hasta 4 cm por mes, alcanzando 1.50 m a los cinco años; si son machos podrán alcanzar hasta 6 metros de longitud, como los que describen Medem o Miguel Álvarez del Toro (Medem, 1981; Álvarez del Toro, 1974; Thorbjarnarson; 2010).

Alimentación

Múltiples técnicas de cacería han sido observadas en cocodrilianos, siendo tan variables como sus presas; sin embargo, la técnica general es la de esperar en un mismo sitio a que se aproxime una presa a la cual atrapan con un ataque rápido y efectivo. Sin embargo, los estudios sobre el comportamiento de cacería son escasos, por la dificultad de observar a un cazador acuático y nocturno. Webb *et al.* (1982) describen el método utilizado por un individuo de *Crocodylus johnstoni*, el cual se situaba durante la noche en el borde del agua junto a la vegetación, esperando a que una presa estuviera cerca de su alcance, y con un rápido movimiento lateral de la cabeza capturaba peces, los cuales eran posteriormente tragados con un movimiento hacia arriba de la cabeza. Un movimiento similar es descrito por Álvarez del Toro (1974) en *C. acutus*. La versatilidad de estos reptiles es tanta que incluso se describe el uso de herramientas por parte de *Crocodylus palustris* y *Alligator mississippiensis* (Dinets y Brueggen, 2013); los cocodrilos colocaban ramitas sobre su cráneo, y posándose sin moverse bajo árboles, estas eran usadas como cebos para atraer a aves del género

Egretta, que las necesitan para construir sus nidos; al bajar a recolectar las ramitas eran devoradas con un rápido movimiento de los cocodrilos. Estos no solo usan herramientas como una técnica de cacería, sino que parecen tener un conocimiento de los comportamientos estacionales por parte de su presa, algo sólo reportado antes en mamíferos.

Estudios de dieta en cocodrilos

Los estudios de dieta han sido de interés para el hombre desde tiempos prehistóricos. Es muy probable que los hombres estudiaran los hábitos alimenticios de los animales para conocer donde se encontrarían, facilitando con esto su cacería (Aranda, 2000). Es bien entendido en la actualidad que la dieta nos da información fundamental sobre la ecología de una especie, pues afecta a su reproducción, crecimiento y patrones de comportamiento. Estos estudios quieren contestar una pregunta fundamental: ¿Qué come el animal? Existen muchos métodos para contestarla, que van desde la observación directa, búsqueda de rastros de comida, análisis bioquímicos o de isotopos y quizá la manera más sencilla en cocodrilos, la obtención de contenido estomacal. El análisis del contenido estomacal nos proporciona información que nos contestará esta pregunta base, así como preguntas más específicas (Webb *et al.*, 1982; Platt *et al.*, 2013). Para lograr esto, Taylor *et al.*, (1978) describen un método donde se introduce una “canasta” al estómago y se recolecta el contenido; también describe una técnica de “lavado gástrico”, la cual genera poco daño al ejemplar; esta última técnica ha sido implementada y modificada por diversos científicos, siendo la más utilizada para estos estudios (Webb *et al.*, 1982; Fitzgerald, 1989 y Rice *et al.*, 2006).

El riesgo y la dificultad de aplicación de la técnica de lavado gástrico, han resultado en la existencia de escasos estudios donde se analicen muestras numerosas de contenidos gástricos. A continuación se describen en orden cronológico algunas investigaciones al respecto:

- 1967. En 36 especímenes de *Alligator mississippiensis*, con un tamaño promedio de 1.2 m, se encontró un consumo significativo (65.8% del total) de gasterópodos (*Pomacea paludosa*), seguido por crustáceos (31.9%) y escasos peces (1.1%) e insectos (0.3%) (Fogarty y Albury, 1967).

- 1974. En un *Crocodylus porosus* de 380 cm se encuentra un pedazo de mangle, cangrejos, fragmentos de una tortuga verde (*Chelonia mydas*) y una anguila. Se menciona que 15 de 16 individuos de entre 118 y 300 cm contenían peces, aves y serpientes de agua (Allen, 1974).
- 1977. En 314 *A. mississippiensis* que fueron atrapados en cacerías experimentales y cuyo contenido estomacal fue analizado, se reportó para aligátos de 610 a 796 mm: coleópteros de la familia Scarabaeidae (60.9% del total), y cangrejo (*Pseudothelphusa aequatorialis*) en un 19.02%; para aligátos de 900 a 1080 mm la dieta se componía de crustáceos en un 45.5% y de vertebrados en un 7.16% (McNease y Joanen, 1977).
- 1982. En 153 contenidos estomacales de *Crocodylus johnstoni* se encontró que los peces (Osteichthyes) e insectos son los grupos con mayor porcentaje de ocurrencia. Ordenes como Coleóptera, Hemíptera, Odonata, Orthóptera, Mantodea, Lepidóptera e Himenóptera fueron determinados para los insectos. En este estudio se encontraron en menor proporción crustáceos, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. También se menciona que los cocodrilos son generalistas, variando su dieta con la edad, hábitat, estación y región geográfica; demostró que la estación influye en la mayor incidencia (19%) de estómagos vacíos durante la estación seca comparada con la estación de lluvias (5%) (Webb *et al.*, 1982)
- 1985. Se realizaron experimentos con *Crocodylus porosus*, los cuales eran alimentados en un principio con insectos siendo pasados posteriormente a un área controlada donde solo eran alimentados con carne magra; al realizar lavados estomacales se determinó que la quitina de los insectos tardaba en digerirse entre 5 y 7 meses (Garnett y Bolton, 1985).
- 1986. Se determinó la digestibilidad de las presas de *A. mississippiensis*, indicando que existen presas de fácil digestibilidad como los peces (un día) y presas de digestión más lenta, como mamíferos (cinco días). Se encontró también que la dieta afecta la condición corporal, el comportamiento, crecimiento y reproducción (Delany y Abercrombie, 1986).
- 1987. Al estudiar individuos de *Caiman crocodilus*, se encuentra que ciertas partes de las presas, como pelo y quitina, se acumulan en estómago, pasando a vías digestivas bajas hasta que se consume otra presa. Esto indica que la tasa de ítems dependerá de la tasa de alimentación (Magnusson y Silva, 1987).

- 1996. En 324 individuos de *C. johnstoni* se describen aspectos ontogénicos de la dieta. En este estudio se dividió la población en ocho clases, encontrando que de las clases 1 a la 5, la dieta está compuesta principalmente por insectos, bajando el porcentaje de ocurrencia mientras aumenta el tamaño del cocodrilo. De la clase 6 a la 8, la dieta se compone principalmente de peces. Con estos resultados se sugiere que el tamaño del cocodrilo influye sobre el aspecto ecológico del forrajeo, dándonos idea del uso de hábitat y de la selección de presas (Tucker y Limpus, 1996).
- 2004. Se analizaron 175 contenidos estomacales y 38 necropsias de *A. mississippiensis* de tres distintas lagunas en Florida. En este estudio se determinó la biomasa de las presas, la cual era estimada por el peso, encontrando diferencias poco significativas entre los lagos. Sin embargo la diversidad de la dieta entre los diferentes lagos presentó mayor diversidad en un lago respecto a los otros dos (los cuales se encontraban hipertróficos), demostrando con esto cómo la dieta varía en diversidad dependiendo del hábitat (Rice, 2004).
- 2006. En un estudio que duró ocho años, estudiaron la dieta de 420 *Crocodylus moreletii*, caracterizando su dieta. Los componentes de la dieta fueron clasificados por categorías, encontrándose que los insectos (divididos en acuáticos y terrestres) tenían una ocurrencia del 61%; estos fueron posteriormente agrupados junto con los arácnidos (14.5%) teniendo un 70% de ocurrencia (5.5% de traslape), siendo con esto los grupos con mayor incidencia en la dieta. Otros ítems fueron gasterópodos (*Pomacea flagellata*) con 22.1%, crustáceos con 11.9%, peces con 20.2% y el resto de los vertebrados (anfibios, reptiles, aves, mamíferos) con un 10.9%. (Platt *et al.*, 2006).

En *C. acutus*, la dieta era conocida por narraciones anecdóticas y por necropsias de algunos sujetos. Álvarez del Toro, en la década de los 1980 menciona haber estudiado el contenido estomacal de un *Crocodylus acutus* de un metro, encontrando grandes insectos acuáticos (*Belostoma*, *Ditiscus* e *Hydrophylus*), peces medianos, ranas, tortugas pequeñas, aves y pequeños mamíferos (Álvarez del Toro, 1974). Posteriormente estudia un individuo de 28 cm, encontrando cuatro coleópteros, élitros de *Ditiscus* y larvas de libélula; en un cocodrilo de 30 cm encuentra escamas de peces, cangrejos y un belostomátido mediano (Álvarez del Toro, 1974). En dos cocodrilo, uno de 1.20 m y otro de 1.10 m encontró un bagre, una tórtola (*Zenaida macroura*), cinco peces pequeños, cangrejo pinto y un tlacuachillo (*Philander laniger*) (Álvarez del Toro, 1974). Medem (1981) reporta tres cocodrilos, el primero de 317

cm, en el cual encontró bagres y caracoles, un segundo de 73 cm, donde reporta caracoles, alas de Dysticidae, y camarones, y en un tercero 68 cm, caracoles y cangrejos. Estos reportes son los más antiguos registrados para *Crocodylus acutus*; no se realizaron estudios sobre dieta hasta el año 2003, con un estudio de hábitos alimenticios en la costa de Jalisco, en el cual la dieta fue determinada por excretas. Estas fueron obtenidas en campo y se asume que eran de cocodrilos de entre 121 y 300 cm, ya que individuos más pequeños suelen asolearse en ramas, lo cual dificulta las colectas. Se analizaron 56 muestras, obteniéndose que la dieta se componía principalmente de mamíferos (51.78%), registrándose presas como *Herpailurus yagouaroundi* y *Sylvilagus cunicularius*. Aves (32.14%), crustáceos (26.78%) y peces (21.42%) fueron también encontrados en este análisis; se encontraron semillas en las heces, por lo cual se asumió que los cocodrilos tienen un papel como diseminador secundario (Casas-Andreu y Barrios-Quiroz, 2003).

En el 2006 se menciona una dieta general de *C. acutus*, donde los neonatos consumen insectos acuáticos y terrestres, los juveniles comen invertebrados acuáticos como caracoles y camarones, pero también peces, ranas, tortugas, aves y pequeños mamíferos. Los adultos comen peces en mayor proporción, pero también incluyendo mamíferos grandes, cangrejos, otros reptiles y animales domésticos. La tasa de consumo en crías se ve afectada por la temperatura ambiente, observándose que a temperaturas menores a 24°C disminuyen su ingesta hasta en un 80%, y a temperaturas mayores a 35°C dejan de comer por completo, siendo la temperatura optima entre 30 y 32°C. Con una dieta como la descrita, los cocodrilos presentan un crecimiento de 1.71 cm por mes (Hernández-Hurtado *et al.*, 2006).

Durante la temporada de lluvias, en el estero Boca Negra en Jalisco, se capturó a 36 neonatos, a los cuales se les realizó un lavado gástrico, cuyo análisis le dio como resultado una dieta compuesta por 10 órdenes y 20 familias, principalmente artrópodos. Los langostinos (*Macrobrachium tenellum*), arañas pescadoras (género *Dolomedes*) y chinches patinadoras (*Trepobates pictus* y *T. vazquezae*) fueron los ítems de mayor frecuencia. Con base en la identificación, se realizó un análisis de diversidad (Shannon) muestreándose en tres ocasiones y obteniéndose valores de H' de 2.4, 2.5 y 2.3. En este estudio fueron identificadas las siguientes familias de insectos Belostomidae, Dysticidae, Hydrophilidae, Palaemonidae, Ocyradidae, Formicidae, Apidae y Gerridae (Cupul-Magaña *et al.*, 2008).

En 2013 se publica el estudio probablemente más completo sobre los hábitos alimenticios de *C. acutus*. Este estudio, realizado en Belice, describe la dieta de una población de cocodrilos de ambiente totalmente marino. Capturaron 105 cocodrilos con longitudes que iban de los 26 a 218 cm y realizó el lavado gástrico a 97. Encontraron que la dieta se componía en un 75.2% de crustáceos (cangrejos 65.9% y camarones 7.2%). Dentro de los vertebrados, las presas más comunes fueron los peces (12.3%) y los otros vertebrados tuvieron porcentajes de ocurrencia muy bajos: anfibios 0.1%, reptiles 3%, aves 5.1% y mamíferos 1% (Platt *et al.*, 2013).

Anatomía del sistema digestivo

El sistema digestivo es el encargado de procesar a la presa, convirtiendo un ser completo, en nutrientes que puedan ser absorbibles y aprovechados por el cocodrilo. De forma clásica su estudio se inicia por la boca del animal. El cocodrilo tiene un hocico rígido armado con una dentadura tecodonta; esto quiere decir que los dientes no están consolidados en los huesos mandibulares, sino que se encuentran implantados dentro de cavidades en el hueso (alveolos). Los colmillos son temporales, simples, cónicos, ligeramente curvados y huecos; en su interior contienen una pulpa vascular. Esta pulpa vascular, al osificarse forma un diente nuevo, empujando y reemplazando a los dientes viejos o dañados y quedando nuevamente un espacio hueco ocupado por una nueva pulpa vascular. Por estas características, los dientes del cocodrilo no cumplen una función activa en el proceso digestivo, ya que su única función es sujetar la presa y son incapaces de moler o cortar, como lo es capaz una dentadura de formula dentaria compleja, como la de los mamíferos. Sin embargo, para contrarrestar esta deficiencia, los cocodrilos son capaces de tragar presas completas y de girar rápidamente o sacudir rápidamente su cabeza para arrancar pedazos tragables de su presa (Rymer, 1861; Medem, 1981; Álvarez del Toro, 1974; Hernández-Hurtado, 2012).

La lengua del cocodrilo se encuentra unida al piso de la boca y se proyecta escasamente sin ser capaz de protrusión (Figura 1). Este órgano se encuentra cubierto por grandes glándulas secretoras de sal pero con escasa función de gustación. En la región posterior de la garganta encontramos una válvula que tiene la función de aislar la boca del conducto respiratorio y digestivo (esófago), permitiendo al cocodrilo abrir la boca bajo el agua. Esta válvula está conformada por una ancha placa cartilaginosa móvil hacia adelante, que se sujeta verticalmente al hueso hioides y se proyecta hacia arriba. Una placa similar cuelga hacia

abajo desde la parte posterior del paladar, ambas placas al unirse cierran la válvula (Rymer, 1861; Grigg y Gans, 1993; Hernández-Hurtado, 2012).

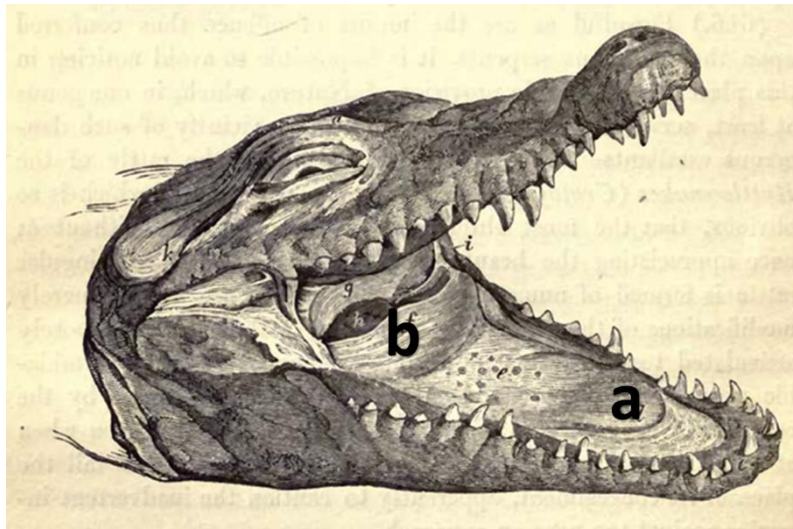


Figura 1. Anatomía de la boca del cocodrilo donde se muestra la lengua (a) y la válvula (b).
Tomada de Rymer (1861)

Una vez que el alimento es tragado, pasa directamente al tubo digestivo (figura 2), el cual es dividido para su estudio en diferentes porciones. La primera es el esófago, el cual es un tubo rectilíneo con una gran elasticidad que permite el paso de porciones grandes de alimento y cuya función en cocodrilos es la de mover el bolo alimenticio al estómago y probablemente libere algunas enzimas; el esófago se une al estómago en su porción anterior por medio de una válvula llamada cardias, debido a su proximidad con el corazón. El estómago está conformado por dos porciones, la porción cardiaca formada por un receptáculo globular caracterizado por sus gruesas paredes musculares, las cuales están divididas en dos por un tendón central, recordando la anatomía de la molleja de las aves rapaces. Esta porción tiene la función de moler el bolo alimenticio y esto lo logra por sus gruesas paredes musculares, ayudadas por el consumo de piedras (gastrolitos), haciendo la función como de un molino. La otra porción del estómago es la región pilórica; esta región de escasa musculatura y menor volumen que la cardiaca, se caracteriza por ser una cavidad redondeada; además, esta región se considera la región glandular del estómago, ya que libera el jugo gástrico, cuya función se explicará más adelante. Esta porción se encuentra localizada cerca de la válvula cardias y comunica el estómago con la primera porción del intestino delgado

(duodeno); esta unión se logra a través de la válvula pilórica (Rymer, 1861; Grigg y Gans, 1993; Hernández-Hurtado, 2012).

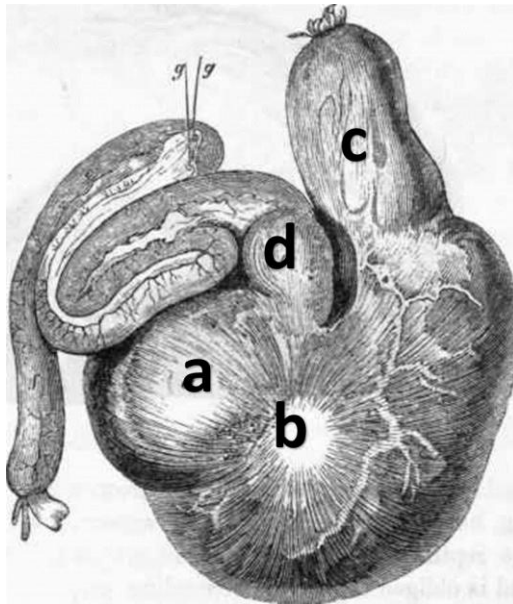


Figura 2. Anatomía del estómago. (a) Porción pilórica, (b) tendón central, (c) esófago y (d) porción pilórica. Tomada de Rymer (1861)

El intestino se encuentra dividido en dos porciones: el intestino delgado y el colon (de mayor tamaño). El intestino delgado se encuentra a su vez dividido en tres porciones: duodeno, yeyuno e íleon; el duodeno, por recibir el quimo del estómago, tiene algunas peculiaridades, entre ellas es la de recibir secreciones exocrinas del hígado y del páncreas. La anatomía del hígado y del páncreas está pobremente estudiada en cocodrilos, pero se asume que presentan similitudes con otros vertebrados. El hígado es lobulado y presenta una vesícula biliar que almacena la bilis y libera su contenido al duodeno en un conducto común con el páncreas (colédoco). De forma histológica, en el páncreas se observa una clara diferencia entre una región exocrina y una endocrina; la región exocrina libera el jugo pancreático, de suma importancia en la fisiología digestiva y su función se explicará a detalle después (Rymer, 1861; Grigg y Gans, 1993; Hernández-Hurtado, 2012).

Si bien el duodeno libera algunas enzimas, su principal función es la de absorción de nutrientes y de producción de moco. Los nutrientes son llevados a través del sistema porta, proveniente del bazo, hacia al hígado, el cual se encarga de procesarlos y distribuirlos a todo el cuerpo mediante el sistema circulatorio. Las otras porciones del intestino delgado cumplen con la función de lubricar con moco el bolo alimenticio, absorber sus nutrientes y moverlo

hacia el colon por peristalsis. El íleon es carente de ciego y da paso al colon; este último se encuentra dividido en una región ascendente y en otra descendente, y su principal función es la de absorber agua. Una vez que el alimento fue procesado, los desechos producidos necesitan ser excretados. En los reptiles esta función es realizada por la cloaca, un órgano compuesto, el cual se une al colon en una estructura llamada coprodeo, la cual, junto con el urodeo y el proctodeo, forman la cámara cloacal, que a través de una hendidura longitudinal liberan su contenido al exterior (Rymer, 1861; Grigg y Gans, 1993; Hernández-Hurtado, 2012).

Digestión

Los procesos fisiológicos explican cómo funciona un ser vivo. En los cocodrilos, ciertos procesos, como el bombeo de la sangre por un corazón de cuatro cavidades, han atraído la atención de los investigadores, por lo cual existen muchos estudios que lo describen. Sin embargo, el proceso de digestión se encuentra pobremente estudiado. La digestión en general ha sido ampliamente estudiada en humanos y en mamíferos domésticos. La forma típica de estudiarla es a través de una fistula (un orificio que no cierra) en vías digestivas, que permite observar y tomar muestras de forma directa. En el caso de los cocodrilos, por sus hábitos acuáticos y por la dificultad de su manejo, estos experimentos resultan muy difíciles, por lo cual su digestión se explica basándose en los principios de la fisiología comparativa, que sugiere que, al provenir todos los seres de un antepasado común ciertos procesos fisiológicos son similares, pero al ser comparados, resaltan sus singularidades. A continuación, basándonos en la singular anatomía del cocodrilo y en las generalidades de la digestión, se pretende explicar brevemente este proceso.

La digestión es una mezcla de mecánica y bioquímica, que se desencadena por un estímulo nervioso inicial. Previamente se describió la anatomía del sistema digestivo y se hizo mención de la acción mecánica de cada órgano implicado. Es por eso que a continuación la parte mecánica no se desarrolla con amplitud.

La digestión comienza por un estímulo del sistema nervioso central que es conducido por el nervio vago al estómago. Este proceso es bien conocido en mamíferos: el estímulo nervioso es desencadenado por un estímulo sensorial, como puede ser el gusto, el olor o la visión del alimento. En los cocodrilos, uno de los órganos sensoriales más desarrollados son los receptores de presión dérmica (DPRs) localizados en la boca; esto sugiere que la sensación

de haber capturado una presa podría generar este proceso nervioso que induce al estómago a liberar la hormona gastrina. Esta hormona es producida en la porción pilórica del estómago e induce a una mayor circulación sanguínea en las vías digestivas, producción de moco y generación del jugo gástrico, compuesto principalmente por ácido clorhídrico (HCl), pepsinógeno, factor intrínseco y, en menor medida, amilasa. Si bien el estómago libera la enzima amilasa, esta es liberada en mayor cantidad por el páncreas. El HCl en cocodrilos genera un pH de 1, creando un medio extremadamente ácido; este medio ayuda a la lisis de los componentes del alimento. Entre estos componentes se encuentra el complejo vitamínico B, el cual es transportado por el factor intrínseco debido a que no puede ser transportado por agua, como sucede con la mayoría de los nutrientes. El pH ácido del HCl provoca que el pepsinógeno libere hidrogeniones pasando de su forma activa a pepsina. Esta enzima produce hidrólisis de las proteínas, las cuales se reducen a péptidos y aminoácidos, mismos que serán absorbidos posteriormente por el intestino delgado. Una vez procesado en el estómago, el bolo alimenticio pasa al duodeno; este, al detectar un pH ácido y la presencia de aminoácidos y ácidos grasos de cadena larga, libera hormonas (secretina y pancreozimina) que actúan sobre el hígado y páncreas, aumentan la motilidad intestinal e inhiben la producción del jugo gástrico. En el hígado desencadenan la producción de bilis, que saponifica las grasas y, al ser rica en sales, tiene un pH altamente alcalino que contrarresta el pH ácido del HCl, lo cual hace que la pepsina se desactive y la activación de otras enzimas. En el páncreas, provoca la liberación del jugo pancreático, el cual es rico en precursores de enzimas, los cuales requieren entrar en contacto con la bilis para activarse; estas enzimas hidrolizan los nutrientes transformándolos en sus formas más simples. (Jørgensen, 1972; Barnad, 1973; Mañas, 2003; Porth, 2007; Hernández-Hurtado, 2012)

Las proteasas transforman a las proteínas en aminoácidos de una, dos o tres cadenas y en oligopéptidos. Las lipasas transforman las grasas en ácidos grasos, glicerol y fosfolípidos; estos componentes de las grasas son transportados por micelios formados por las sales biliares y lecitina. Los carbohidratos son divididos por acción de las enzimas en pequeños carbohidratos simples (hexosas y pentosas). Una vez ocurridos estos procesos químicos, el bolo alimenticio se transforma en un jugo rico de pequeños nutrientes aprovechables, que absorberá el intestino delgado. Su estructura microscópica se conforma por vellosidades que aumentan la superficie de contacto y albergan células especializadas; algunas de estas producen enzimas (del borde de cepillo) que se fijan a la pared de la célula, y finalizan la división de los nutrientes que no lo han sido en los procesos antes descritos, en las criptas

de Lieberkühn se produce el vehículo de absorción necesario para el transporte activo de los nutrientes (Mañas, 2003; Porth, 2007; Hernández-Hurtado, 2012).

El transporte activo se entiende como un proceso que va en contra del gradiente químico y eléctrico, por lo cual requiere de energía; este transporte implica que los componentes de las proteínas o carbohidratos se asocien al vehículo de transporte y a una molécula de sodio para poder ser absorbidos por las células intestinales, principalmente del duodeno. Los lípidos, al ser más difíciles de dividir en sus componentes, son absorbidos en una porción posterior, el yeyuno. El agua es absorbida por transporte pasivo, ya que las paredes del intestino son altamente permeables al agua. Los nutrientes se quedan en intestino delgado, mientras que los desechos no digeribles pasan y son almacenados en el colon, para ser expulsados posteriormente (Mañas, 2003; Porth, 2007; Hernández-Hurtado, 2012). Garnett (1985) determinó que este proceso en cocodrilos dura 72 horas, aunque este periodo de tiempo varía por estímulos externos como la temperatura o la disponibilidad de presas (Hernández-Hurtado *et al.*, 2012)

Condición corporal

De forma clásica, la condición corporal ha sido utilizada como un sinónimo de masa corporal. Esta idea fue propuesta hace unos 150 años, cuando un astrónomo, naturalista, matemático y estadista belga llamado Adolph Quételet, propone una fórmula básica donde se divide el peso entre la altura elevada al cuadrado. Este índice ha sido utilizado ampliamente en las ciencias médicas; Stevenson y Woods (2006) reportan haber encontrado más de 50,000 referencias para las palabras “Body Mass Index” en PubMed (motor de búsqueda donde se citan investigaciones biomédicas). Esta misma idea fue introducida en la ciencia animal por Fulton (1902), al medir la relación que existía entre el largo y el peso de los peces con variables como el estado reproductivo y la “condición nutricional”; Ricker (1975) logra estandarizar una fórmula, a la cual le otorga el nombre de índice de Fulton:

$$K = \frac{W}{L^3}$$

Donde K es la condición corporal, W es el peso y L es el largo del animal, el cual es elevado al cubo para representar el crecimiento isométrico (Nash y Valencia, 2006). Posteriormente,

se han realizado una gran variedad de nuevos índices, todos ellos basados en la relación existente entre el peso y el largo de los individuos, tratando de solucionar los problemas encontrados en la K de Fulton (Wege y Anderson, 1978; Blackwell *et al.*, 2000; Gerow *et al.*, 2005).

Actualmente el paradigma de relacionar tan solo la condición corporal con la masa corporal parece romperse, al aumentar la diversidad de índices con los cuales se puede evaluar el cuerpo desde niveles atómicos, moleculares, celulares o sistémicos (Stevenson y Woods, 2006). En los estudios recientes en cocodrilos, se continúa con la tradición, siendo el índice K de Fulton el mayormente utilizado (Zweig, 2003; Rise, 2004; Fujisaki *et al.*, 2009; Cedeño-Vázquez *et al.*, 2011; Mazzotti *et al.*, 2012), aunque también se han utilizado otros índices (Seijas *et al.*, 2003) basados en el mismo fundamento.

Conservación del cocodrilo

En México, hasta hace unos 45 años, los cocodrilos eran sujetos de explotación para su aprovechamiento, o de acciones de control en las poblaciones ubicadas cerca de los asentamientos humanos. Con la aceleración del desarrollo industrial y turístico, las poblaciones de cocodrilos comenzaron a declinar en casi toda su área de distribución en el país. En el año de 1970, gracias al esfuerzo de naturalistas como Miguel Álvarez del Toro, Gustavo Casas-Andreu, Manuel Guzmán Arroyo, Enrique Beltrán, Juan Luis Cifuentes Lemus, Marco Lazcano y Gonzalo Pérez Higareda, se decreta por primera vez una veda nacional para *C. acutus*, para las poblaciones remanentes en los estados de Nayarit, Veracruz, Campeche, Chiapas, Quintana Roo y Jalisco (Ponce-Campos, 2004; Hernández-Hurtado *et al.*, 2006). Así, comienza un difícil proceso para recuperar la especie por medio de reintroducción de especímenes, reproducción en cautiverio y la protección de su hábitat, estableciéndose tres bioregiones prioritarias para su conservación (Presa Adolfo López Mateos en Sinaloa, Costa de Oaxaca/Bahía de Petualco y Costa de Jalisco/Colima), incluyéndose 38 cuerpos de agua en Jalisco (Thorbjarnarson, 2010). Para el 2006, la especie se ha recuperado en la mayor parte de su distribución geográfica, y si bien se desconoce con certeza el número de individuos, la percepción es que sus poblaciones se están recuperando. Para el caso particular de Jalisco, el número preciso de cocodrilos es desconocido pues los estudios se limitan a siete cuerpos de agua, dando una población conformada de entre 800 y 900 cocodrilos, con un aproximado de 50 nidos al año. Sin

embargo hace falta información de 14 cuerpos de agua más, por lo cual el número es aún desconocido (Hernández-Hurtado *et al.*, 2006).

Cuenta con protección legal a escala nacional, mediante la norma NOM-059-SEMARNAT-2010, en la cual se encuentra bajo la categoría de protección especial, mientras que internacionalmente es protegida por el CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) catalogada en el apéndice I y dentro de la lista roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) como especie vulnerable. Sin embargo, debido a su amplia distribución, que dificulta su estudio, a la destrucción de los hábitats donde se le encuentra, la cacería ilegal, el conflicto con pescadores, y el poco interés del Estado Mexicano por la conservación de nuestras especies, la amenaza se encuentra latente, y es preocupante la posible desaparición de esta especie. Esto causaría un impacto ecológico tan fuerte que es prácticamente inimaginable (Álvarez del Toro, 1974; Méndez de la Cruz y Casas Andreu, 1992; Thorbjarnarson, 1992, 2010; Ponce-Campos, 2004; Hernández-Hurtado *et al.*, 2006).

Pese a todos los factores que amenazan la conservación de *C. acutus*, existen casos y acciones que lo han favorecido. En algunas comunidades, los pobladores han aprendido a convivir con los cocodrilos y a obtener un provecho de ellos, convirtiéndose en algo importante para su modo de vida. La ley no permite actualmente el aprovechamiento directo, entendiéndose por directo el uso del animal en forma de piel, carne, huesos, etc. Sin embargo, actividades como el ecoturismo han demostrado ser favorables para su conservación, ya que los pobladores obtienen beneficios económicos y ecológicos, mientras que los visitantes pueden ser sensibilizados, y con ello cambiar su percepción hacia estos animales y el hábitat donde viven, indispensable para nuestra sobrevivencia (Balaguera y González, 2010; Valdelomar y Quesada, 2012).

MÉTODOS

2.1 Descripción del área de estudio

El estero La Manzanilla, es una laguna costera ubicada en las coordenadas 19°17' N y 104°47' O. El canal principal tiene una longitud aproximada de 5 km, y el cuerpo de agua tiene una extensión de 28 ha; el área de manglar tiene una extensión de 200 ha, que representan el 9% del total de los manglares de Jalisco. En la parte cercana a la playa

predomina el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y botoncillo (*Conocarpus erectus*), y en su parte interna existen parches de mangle rojo (*Rizophora mangle*); también existen, en la región de la playa, palmeras cocoteras (*Cocos nucifera*) y herbáceas. En esta región, según la estación meteorológica de Cihuatlan, se tiene una temperatura anual promedio de 26.4°C y una precipitación promedio de 76.7 mm, con un máximo de 800 mm. Esta laguna cuenta con una de las principales poblaciones de *Crocodylus acutus* de Jalisco; si bien los monitoreos de población no han sido constantes, existen algunos que dan una idea del tamaño de la población. Hernández-Vázquez (2001) realizó un conteo de cocodrilos en esta área, y obtuvo una densidad relativa de 10 ind/km. En 2005 se realizaron muestreos nocturnos, obteniendo una densidad relativa promedio de 40.9 ind/km (1.49 ind/ha), con una máximo de 150 ind/km (5.48 ind/ha) y un mínimo de 6.9 ind/km (0.25 ind/ha) (Huerta, 2005). El último estudio publicado es de 2006, en el cuál se menciona un tamaño poblacional de 130 individuos y una abundancia relativa de 76 ind/km (Hernández-Hurtado *et al.*, 2006). Esta gran cantidad de cocodrilos necesitan una enorme fuente de alimentos, y si bien es común la práctica de alimentar a los cocodrilos en la parte de la boca del estero, el resto de los individuos dependen del alimento que el cuerpo de agua les pueda proveer. Este cuenta, según el informe RAMSAR, con 47 especies de aves acuáticas, que representan el 47% de las especies identificadas para el Estado de Jalisco; cuenta también con una diversidad ictiológica media, representada por 42 especies (Hernández-Vázquez, 2005; Silva *et al.*, 2007). Es conocido que cuenta con la presencia de mamíferos, reptiles y una gran diversidad de invertebrados; sin embargo, no existen reportes técnicos de su diversidad o abundancia.

2.2 Métodos

Esta investigación consistió de tres etapas: campo, laboratorio y trabajo de gabinete. A continuación se describen las actividades realizadas en cada una.

Trabajo de campo

2.2.1 Captura de ejemplares

Los ejemplares fueron capturados por métodos directos: captura a mano, y captura con lazo de acero y pértiga. También se implementó una técnica de tipo indirecto, que fue la de colocar trampas tipo lazo con carnada. Cada una de las técnicas se sustenta en asegurar tres puntos clave del animal, que son: la cintura escapular, la cintura pélvica y la boca del

cocodrilo. La captura directa se resume en los siguientes pasos (Domínguez-Lazo *et al.*, 2011):

- i.* Localización del cocodrilo.
- ii.* Determinar el tamaño aproximado del ejemplar. Decidir la táctica a emplear (en cocodrilos menores a 80 cm se implementa la técnica de captura a mano; los mayores a 80 cm se capturan con lazo de acero y pértiga).
- iii.* Aproximación sigilosa, con el lazo de acero adecuado ya montado en la pértiga, si es el caso.
- iv.* Captura del ejemplar, mediante la colocación firme del lazo de acero en el cuello o mandíbula. Para el caso de captura a mano, se sujeta al cocodrilo del cuello.
- v.* Cierre del lazo de manera oportuna y efectiva.
- vi.* Sometimiento del ejemplar.
- vii.* Inmovilización del ejemplar, haciendo presión en cintura escapular y cintura pélvica.
- viii.* Toma de muestras y datos.
- ix.* Liberación del ejemplar.

2.2.2 Toma de muestras y datos de cada ejemplar

Una vez capturado el ejemplar, se procedió a tomar datos de la captura, identificar cada individuo, tomar sus medidas morfométricas, a determinar su sexo, peso y condición corporal; por último, se obtuvo la muestra de contenido estomacal. Estos datos fueron recopilados en el formato de muestreo. A continuación se describen las técnicas realizadas para obtener esta información.

Fecha y hora: Se registró el día, mes y año en que fue capturado el ejemplar, y también se anotó la hora de captura.

Identificación: Se identificó cada ejemplar con un código numérico único; este número se marca cortando una porción de las escamas caudales según el siguiente código: a partir de la unión de las escamas caudales dobles con las escamas caudales simples en dirección caudal a craneal, del lado derecho son las unidades (1 al 9); del lado izquierdo se colocan las decenas (10 al 90) y en las escamas simples las centenas (100 al 900) (Figura 3). Para el caso de cocodrilos que ya contaban con un número de identificación, se anotó ese número como su identificación o, en caso de repetirse con otro ejemplar, se remarcó con otro distinto.

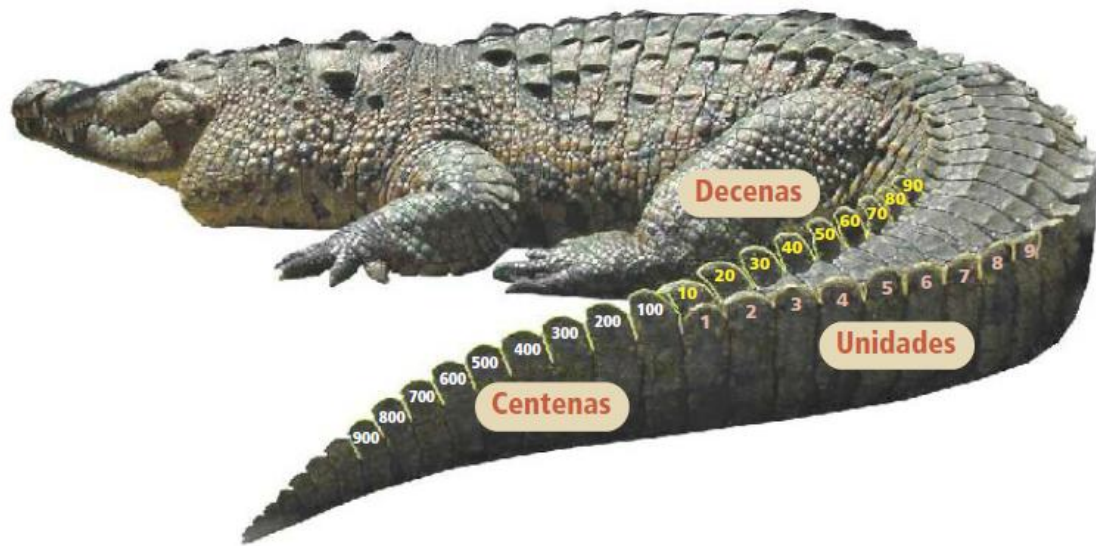


Figura 3. Código utilizado para realizar el corte de escamas caudales para identificación.
(Tomado de Domínguez-Lazo *et al.*, 2011)

Morfometría: A los sujetos capturados se les tomaron medidas del cuerpo, las cuales se explican a continuación:

- **Largo:** Se midió el largo del ejemplar utilizando un flexómetro, tomando la medida desde la punta del hocico hasta el final de la cola de forma dorsal; esta medida es conocida como **largo total**. Debido a las peleas entre cocodrilos, las amputaciones de porciones de cola son comunes; por esto, se debe considerar que el valor del largo total se puede ver afectado y se anota en el formato, en la columna de observaciones. Para contrarrestar este problema se midió el **largo hocico-cloaca**; esta medida se toma desde la punta del hocico a la porción craneal de la cloaca (Medem, 1981; Domínguez-Lazo *et al.*, 2011).
- **Circunferencias:** El tejido adiposo se acumula principalmente en tres regiones del cuerpo cocodriliano; estas son: cervical, abdominal y caudal (Domínguez-Lazo *et al.*, 2011). Las tres circunferencias fueron tomadas con la ayuda de una cinta métrica flexible. Para localizar la región para tomar la medida nos basamos en el sistema de conteo de escamas propuesto por Medem (1981). La circunferencia de cola (CiC) es tomada a la altura de la tercera escama caudal. La circunferencia de abdomen (CiA)

se mide a la altura de la décima escama, y por último, la circunferencia del cuello (CiCu) es tomada a la altura de la primer escama cervical (Medem, 1981).

Clase: Una vez medidos los cocodrilos, estos fueron ubicados por clases, basados en la clasificación utilizada por Hernández-Hurtado *et al.*, (2006). A continuación se describe cada una:

- Clase I: Menores de 60 cm
- Clase II: 61 a 120 cm
- Clase III: 121 a 180 cm
- Clase IV: 181 a 240 cm
- Clase V: Mayores a 240 cm

Sexo: Para determinar el sexo del cocodrilo se implementaron dos técnicas que son aplicadas de acuerdo al tamaño del cocodrilo: para cocodrilos clase dos se introduce una pinza (hemostática tipo Kelly recta) desplazando el tejido cloacal para poder observar las estructuras reproductivas. En cocodrilos mayores a un metro veintiuno de largo se palpó el órgano reproductor de forma directa dentro de la cloaca. En los ejemplares de clase 1, la identificación del sexo por las técnicas antes descritas resulta imposible, por lo cual se dejaron sin identificar (Domínguez-Lazo *et al.*, 2011).

Peso: Los ejemplares capturados fueron pesados por medio de dinamómetros de diferentes graduaciones (300 g, 25 kg y 100 kg); mediante un arnés se sujetó al cocodrilo al dinamómetro y se anotó el dato del peso en gramos. Para cocodrilos mayores a 100 kg fue imposible registrar su peso, por lo cual fue estimado con base en los estudios realizados por Bolton (1994) y Cupul-Magaña (2002)

Condición corporal: Se calculó la condición corporal con base en el índice diseñado (ver resultados), el cual se creó a partir de consulta bibliográfica de índices corporales categóricos y de los datos obtenidos de los cocodrilos capturados.

Contenido estomacal: Para este estudio se implementó la técnica de lavado gástrico (Rice *et al.*, 2006). Si bien esta ha sido descrita paso a paso, en este estudio se le realizaron sutiles modificaciones por cuestiones prácticas. A continuación se describen los pasos implementados:

1. Se abrió el hocico para colocar un tubo de cloruro de polivinilo (PVC) en la garganta. Una vez colocado el tubo, se aseguró la boca a su alrededor con cinta de plomería, para evitar su reapertura.
2. Se introdujo una sonda de plástico con los bordes redondeados a través del tubo hasta el estómago; el diámetro de la sonda dependía de la talla del cocodrilo (clase I: 0.25 cm; II: 0.76 cm; III: 1 cm; IV: 1.27 cm y V: 3 cm). Previo a su introducción se le marco la distancia de la punta del hocico al estómago, medida externamente.
3. Se levantó la parte craneal del cocodrilo.
4. Se vertió agua corriente por la sonda hasta llenar el estómago.
5. Se aplicaron masajes suaves en el área gástrica durante 1 minuto.
6. Se bajó la porción craneal del cocodrilo, elevando simultáneamente la región caudal.
7. El contenido gástrico que fluye por la sonda se recibió en un recipiente.
8. Se obtuvo el contenido solido haciendo pasar la muestra por un colador. Este contenido fue conservado en alcohol al 70%.
9. Se rotuló el frasco con el número de identificación del cocodrilo y se almacenó para su análisis posterior.

Trabajo de laboratorio

Análisis del contenido gástrico: Las muestras de contenido estomacal fueron procesadas para su identificación en el laboratorio de Posgrado y Prácticas Especializadas del CUCSUR. El análisis de muestras para describir la dieta consta de dos pasos principales: el procesamiento de la muestra y su posterior identificación por ítem. A continuación se describen los pasos seguidos para el procesamiento:

1. Se vierte el contenido del frasco a través de un colador con orificios de 1 mm, separando el contenido solido del líquido.
2. El material solido que queda en el colador es lavado con alcohol, usando una piseta.
3. Se deja escurrir y posteriormente el colador es colocado sobre papel secante.
4. Una vez seco el contenido, es vaciado dentro de una caja de Petri, la cual está marcada con el número de identificación de la muestra.
5. Las muestras, ya en las cajas de Petri, se colocan dentro de un horno durante 24 horas a una temperatura de 80°C.
6. Una vez completamente secas las muestras, con ayuda de un microscopio estereoscópico se separan por ítems, los cuales son clasificados como ítems parecidos a

insecto, arácnido, crustáceo, mamífero, peces, materia vegetal, gastrolitos, e ítems sin identificar. Los contenidos son almacenados en bolsas de papel mantequilla o papel estraza, separados de acuerdo a esta pre-identificación y rotulados con un código de identificación.

Trabajo de gabinete

Identificación de ítems: Después de separar la muestra de contenido estomacal por ítems, estos fueron analizados para ser identificados, en un proceso general que consiste en observación por medio de un microscopio estereoscópico y toma de fotografías. Se acudió a expertos en cada área y se les solicitó ayuda para la identificación, la cual se corroboró con bibliografía especializada. Si bien este proceso general se siguió con todos los ítems, cada categoría presentó singularidades, por lo cual el método tenía variantes. A continuación se describe el proceso de identificación para categoría de ítem.

Insectos, arácnidos y crustáceos: Los artrópodos son identificados por medio de un conjunto de características, como son la forma del tórax, abdomen, patas, etc. Su identificación en muestras de contenido estomacal es difícil en extremo, ya que suelen ser encontrados en múltiples fragmentos (los cuales sería incorrecto asumir que son del mismo artrópodo) y rara vez son encontrados completos. Las muestras preclasificadas por categorías de ítems, fueron observadas con un microscopio estereoscópico y se fotografió cada ítem en específico; con ayuda de estas fotos se identificaron gracias a la ayuda de expertos, y posteriormente corroborada con ayuda de bibliografía especializada (Borror y White, 1970; White, 1983; Williams, 1984; Villalobos, 1998).

Mamíferos: Los mamíferos son tradicionalmente identificados por características anatómicas del cráneo. Sin embargo, en las muestras obtenidas no se encontraron fragmentos de cráneos. Por lo tanto, se recurrió a la identificación de los mamíferos por características del pelo, ya que es una característica única de los mamíferos y es una técnica ampliamente utilizada por los mastozoólogos para identificar animales por medio de rastros (Arita y Aranda, 1987). Cuando se localizaban pelos en una muestra, estos eran fijados en un portaobjetos utilizando bálsamo de Canadá y un cubreobjetos, dejándolo secar en una prensa durante 12 hrs. Posteriormente se observó al microscopio y con ayuda de guías para la identificación de pelos (Monroy-Vilchis y Rubio-Rodríguez, 2003; Juárez *et al.*, 2009) se identificaron por sus características (escamas y médula). Una vez identificados con las

guías, se corroboró comparando con especímenes de la Colección Zoológica del Centro Universitario de la Costa Sur.

Peces: La identificación de los peces se realiza de forma clásica por la distribución de las aletas y su forma. En el caso de estudios de dieta, los peces son identificados a través de la comparación directa de huesos con especímenes de referencia. Las escamas son también utilizadas para su identificación, estas reciben el mismo procedimiento antes descrito para los pelos y una vez fijadas en los porta objetos son comparadas con una colección de referencia (Callejo y Delibes, 1987; Casas-Andreu y Barrios-Quiroz, 2003) y con bibliografía especializada (Fischer *et al.*, 1995)

Análisis de datos

Debido a las diferencias en digestibilidad de las presas, los ítems no pueden ser evaluados de forma individual. Por eso, el contenido estomacal identificado fue clasificado por categorías basadas en grupos taxonómicos (insectos, arácnidos, peces, reptiles, etc.) y a cada clase se le determinó el porcentaje de ocurrencia (PO)

$$PO = \frac{n}{t} * 100$$

Donde n es el número de muestras donde se encuentra el ítem evaluado y t es total de muestras. Esta misma fórmula se utilizó para determinar el porcentaje de ocurrencia de cada categoría pero por cada clase de talla de los cocodrilos (Rice, 2004, Platt *et al.*, 2006, 2013).

Para medir la diversidad de la dieta o grado de especialización de la clase 1 (no se hizo para las demás clases debido al bajo número de muestras) se utilizó el índice de Shannon:

$$H' = - \sum Pi * \ln Pi$$

Donde Pi es la proporción de familias identificadas en la dieta (Cupul-Magaña *et al.*, 2008). El resultado de este índice al ser 0 indicara la presencia de una sola familia en la dieta y se irá incrementando entre más familias sean encontradas. Así mismo se calculó el índice de equidad de Pielou:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Donde H' es lo obtenido para el índice de Shannon y H'_{max} es el logaritmo natural del número de familias. Este índice nos dirá la proporción de diversidad en la dieta siendo 1 cuando todas las familias sean igual de abundantes.

Condición corporal

El índice de condición corporal (ICC) fue originalmente diseñado para ovejas (Jefferies, 1961). Sin embargo, ha sido ampliamente utilizado en el ganado bovino (Wildman, 1979; Wildman *et al.*, 1982; Gillund *et al.*, 2001; Correa-Orozco y Uribe-Velázquez, 2010) y en otras especies animales como cánidos (Jeusette *et al.*, 2010), felinos (Aptekmann *et al.*, 2014) y ratones de laboratorio (Ullman y Foltz, 1999). Este índice se basa en que la condición corporal depende de la cantidad de energía metabolizada y almacenada, la cual se encuentra concentrada en forma de grasa corporal y masa muscular; ambos tejidos conforman la complexión del individuo, y esta es evaluada por medio de observación o palpación, obteniéndose una valoración subjetiva, que es el ICC (Wildman *et al.*, 1982; Edmonson *et al.*, 1989; Dennis y Sprott, 1996). Este sistema establece la forma que tendrán los puntos óseos palpables o visibles, de acuerdo a la condición corporal. Proponemos una modificación del índice para ser usado en cocodrilos, ya que ciertas peculiaridades como los escudos óseos y la anatomía singular de los cocodrilianos no permite utilizar los mismos puntos que se evalúan de forma tradicional en los mamíferos.

Los resultados obtenidos con el índice diseñado en este trabajo fueron comparados con los índices utilizados de forma clásica en cocodrilos. De estos, el más frecuente es el índice de Fulton (K):

$$K = \frac{W}{L^b} * 10^n$$

Donde W es el peso en gramos del individuo a evaluar, L es el largo total con un exponente b que será igual a 3, asumiéndose un crecimiento isométrico de acuerdo con lo calculado por Zweig (2003), lo cual se multiplica por 10 a una n potencia para acercar el valor a la unidad.

El otro índice contra el cual fue comparado, es el índice residual, el cual se puede calcular de diversas formas; sin embargo, la forma más sencilla es calculando el índice de condición

relativa (ICR), para lo cual es necesario primero calcular el índice de masa a escala (Mi), el cual ajusta a todos los individuos a una misma fase de crecimiento. Para ello, se estandariza a todos los individuos calculando la masa corporal que tendrían con la misma longitud, en correspondencia con la relación alométrica de longitud y peso (Leonart *et al.*, 2000; Babarro y Hernández, 2013). Esto se logra con la siguiente fórmula:

$$Mi = Pi \left(\frac{LTo}{LTi} \right)^b$$

Donde Pi es el peso en gramos del individuo a evaluar, LTo es el valor promedio del largo total, LTi es el largo total del individuo a evaluar y b es un exponente que determina la escala alométrica, que para este caso es isométrica, igual a 3, de acuerdo con Babarro y Hernández (2013).

Una vez que se obtiene el Mi, es posible calcular el ICR, utilizando la siguiente fórmula:

$$ICR = \frac{Pi}{Mi}$$

Donde Mi es el índice de masa a escala y Pi es el peso del individuo a evaluar (Babarro y Hernández, 2013). Para efectos comparativos con el estudio realizado por Babarro y Hernández (2013), se eliminó a las clases 4 y 5 en un segundo análisis del ICR.

Una vez que se obtuvieron los resultados del índice K y el índice ICR, estos fueron comparados con el índice diseñado (ver resultados) y entre ellos, utilizando el índice de correlación de Pearson, donde 0 es igual a ninguna correlación y 1 es igual a una correlación total.

RESULTADOS

En el periodo de lluvias (agosto-noviembre) de 2014 se capturaron 49 cocodrilos en diversas partes del estero (figura 4). Los cocodrilos capturados fueron de la clase 1, clase 2, clase 3 y clase 5; no se capturó ningún cocodrilo clase 4 (cuadro 1). El sexo de los cocodrilos estuvo compuesto por dos hembras, 6 machos y el resto no pudieron ser identificados (cuadro 1). El largo total promedio fue de 66.9 cm, con un individuo que llegó al máximo de 441 cm y otro con un mínimo de 28.5 cm; el largo promedio hocico-cloaca fue 34.2 cm; la circunferencia

promedio de cola fue 15 cm, del abdomen 23.3 cm, de cuello 15.8 cm, y el peso promedio fue de 24.4 kg.



Figura 4. Ubicación de los puntos de captura de cocodrilos por clase, en el estero La Manzanilla, Jalisco. Los cuadros representan a la clase 5, triángulo a la clase 3, círculos a la clase 2 y los rombos a la clase 1.

Cuadro 1. Sexos y dimensiones promedio por clase de tamaño; los errores estándar se muestran entre paréntesis. M: machos, H: hembras, S/I: sin identificar.

Clase de tamaño	Muestras	Sexo	Largo total (cm)	Largo hocico-cloaca (cm)	Circunferencia cola (cm)	Circunferencia abdomen (cm)	Circunferencia cuello (cm)	Peso (g)
Clase 1	n=41	41 S/I	34.7 (\pm 0.7)	17 (\pm 0.3)	6.8 (\pm 0.1)	10.4 (\pm 0.1)	7.2 (\pm 0.1)	99.3 (\pm 5.9)
Clase 2	n=3	3 M	84.6 (\pm 10)	42.8 (\pm 5)	15.5 (\pm 1.5)	20 (\pm 1.7)	14.8 (\pm 1.6)	1113 (\pm 434)
Clase 3	n=1	1 H	180	96	42	65	43	21500
Clase 5	n=4	3 M 1 H	356 (\pm 41)	189 (\pm 22)	92.1 (\pm 14)	147 (\pm 29)	98.3 (\pm 16)	292500 (\pm 73725)
Todas	n=49	2 H 6 M 41 S/I	66.9 (\pm 13)	34.2 (\pm 7)	15 (\pm 3)	23.3 (\pm 5)	15.8 (\pm 3)	24484 (\pm 12686)

Dieta de *Crocodylus acutus*

De los 49 cocodrilos capturados, a 46 se les realizó el lavado gástrico; de estos, 39 fueron clase 1, dos clase 2, uno clase 3 y uno clase 5. Dos muestras no presentaron ítems (uno clase 1 otro clase 5); también se encontraron dos muestras que contenían semillas, las cuales probablemente pertenezcan a plantas de la familia Euphorbiaceae, ambas en individuos clase uno. En cinco contenidos estomacales se observó la presencia de gastrolitos (dos en clase 1, dos en clase 2 y uno en clase 5) y en dos contenidos se encontró materia vegetal (hojas y troncos), uno de ellos fue encontrado en un cocodrilo clase 1 y el otro en el cocodrilo clase 5. En el contenido estomacal del cocodrilo clase cinco (297 cm) fueron obtenidos nematodos, los cuales fueron identificados por el laboratorio especializado en parasitología del Instituto Tecnológico de Sonora, determinándose que eran parásitos de la especie *Dujardinascaris helicina*.

En los ítems de origen animal que se encontraron, se identificaron una clase, ocho órdenes, siete familias, y cuatro géneros (cuadro 2).

Para el caso de los insectos, los ítems mayormente encontrados fueron cabezas, élitros, alas y patas; con base en estos, se identificaron cinco ordenes (Coleoptera, Orthoptera, Hemiptera, Hymenoptera y Odonata), cinco familias (cuadro 2) (Dysticidae, Elateridae, Scarabaedae, Stenopelmatidae y Formicidae) y dos géneros (*Onthophagus*, *Phyllophaga*). En el caso de los arácnidos se observó una gran cantidad de patas y de cefalotórax; sin embargo, tan solo se pudo llegar al nivel clase (Arachnida). Para los crustáceos se observaron mayormente patas y quelas, y se identificó un solo orden (Decapoda), dos familias (cuadro 2) (Palaemonidae y Brachyura) y un solo género (*Macrobrachium*). En el caso de los peces tan solo fue posible llegar al nivel de clase (peces óseos, Osteichthyes). Los mamíferos fueron representados por una sola muestra de pelo, los cuales fueron identificados como pertenecientes a un animal del género *Peromyscus*.

Cuadro 2. Se muestran los ítems identificados a diferentes niveles taxonómicos, así como sus hábitats. (Borrór y White, 1970; White, 1983; Villalobos, 1998)

Clase	Orden	Familia	Genero	Hábitat	
Insecta	Coleoptera	Dysticidae		Acuático	
		Elateridae		Arborícola/Terrestre	
		Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i>	Subterráneo/Terrestre/Aéreo	
				<i>Phyllophaga</i>	Subterráneo/Terrestre/Aéreo
	Hymenoptera	Formicidae		Subterráneo/terrestre	
	Orthoptera	Stenopelmatidae		Terrestre	
	Hemiptera			Terrestre/Aéreo	
	Odonata			Aéreo/Acuático	
Araneae				Varios	
Crustacea	Decapoda	Brachyura		Acuático	
		Palaemonidae	<i>Macrobrachium</i>	Acuático	
Osteichthyes				Acuático	
Mammalia	Rodentia	Cricetidae	<i>Peromyscus</i>	Terrestre	

Los órdenes que aparecieron en mayor número de muestras de contenido estomacal fueron los coleópteros, los arácnidos y los decápodos (28, 26 y 12, respectivamente) (figura 5). Los que tuvieron menor presencia fueron Rodentia, Odonata e Hymenoptera, con una sola muestra.

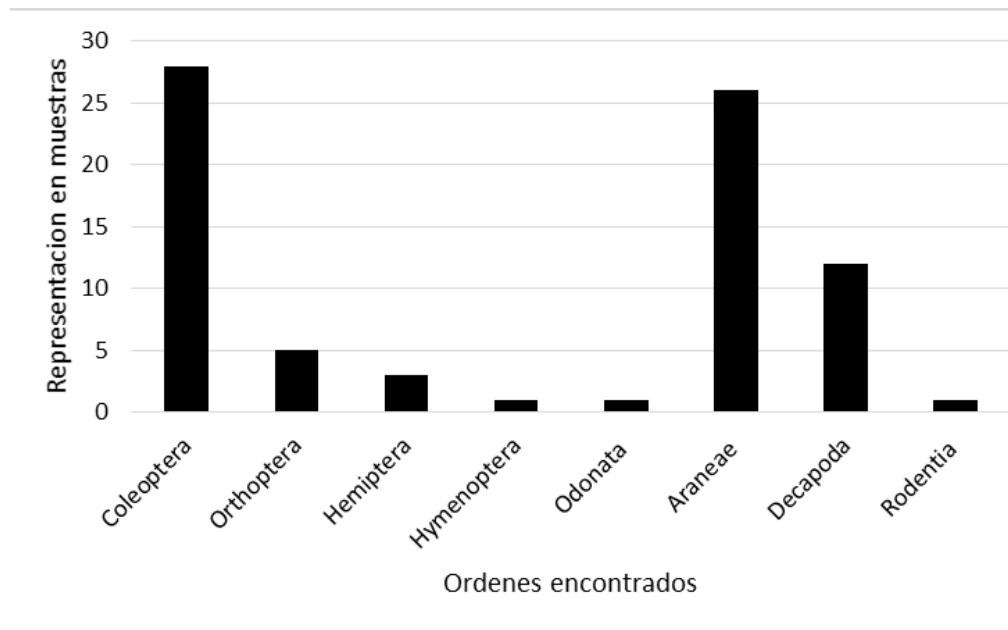


Figura 5. Se muestran los órdenes identificados y el número de veces que aparecieron en las muestras.

Las familias que presentaron mayor número de individuos fueron Palaemonidae, Dysticidae y Brachyura (7, 6 y 5 respectivamente) (figura 6). Las familias, Scarabaeidae y Estenopelmatidae fueron las que estuvieron menos representadas (un solo individuo). El índice de diversidad de Shannon solo fue posible hacerlo con los resultados obtenidos para la clase 1. El índice de Shannon fue de $H' = 1.8$, con una equitatividad de $J = 0.61$.

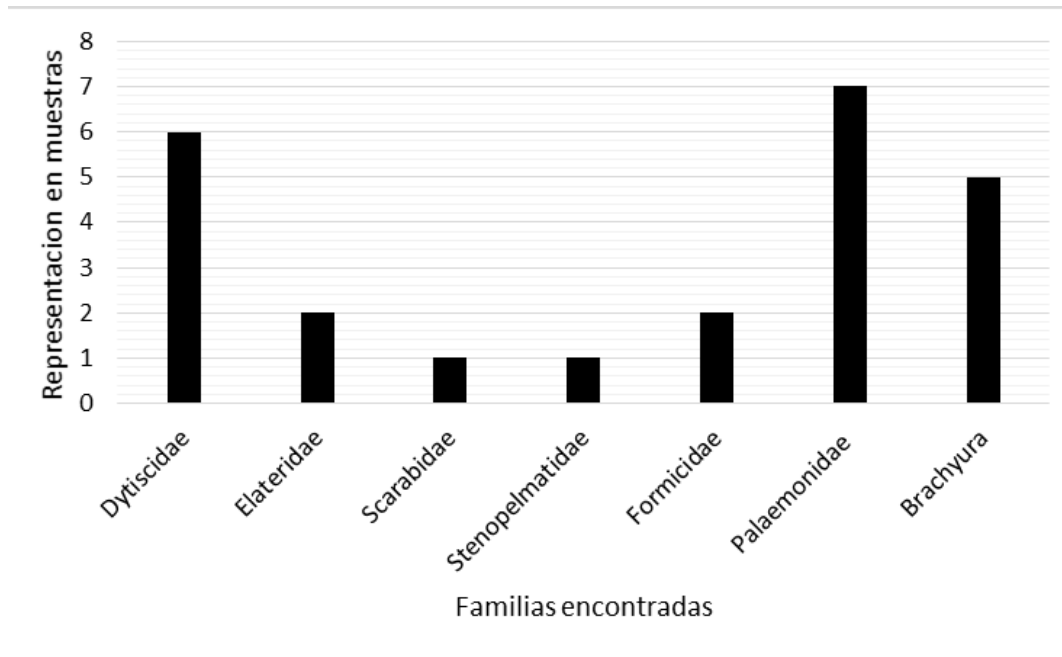


Figura 6. Se muestran las familias encontradas y el número de veces que aparecieron en las muestras.

El porcentaje de ocurrencia (figura 7) mostró que los insectos fueron el principal componente de la dieta, al obtener un porcentaje de ocurrencia (PO) de 79.5%, apareciendo en 35 muestras. En segundo lugar están los arácnidos, con un PO = 59.1% (26 muestras), en tercero los crustáceos con un PO = 22.3% (12 muestras), seguidos por los peces con un PO = 9.1% (4 muestras), y por último los mamíferos, con una sola muestra que representó un PO = 2.3%. Hay que tener en cuenta que los porcentajes no son acumulativos, ya que existe sobre-posición de los ítems en las muestras.

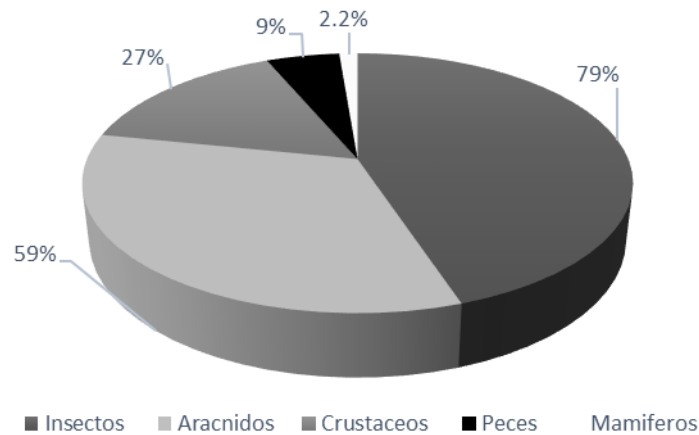


Figura 7. Porcentaje de ocurrencia de los grupos de ítems encontrados en los contenidos estomacales de los cocodrilos (n=44). Los porcentajes no son acumulativos.

En el análisis del porcentaje de ocurrencia por clases, los insectos y arácnidos representan el mayor porcentaje de ocurrencia de la clase 1 (89.7% y 68%, respectivamente) (cuadro 3). Para las demás clases se obtuvo un número muy bajo de muestras, por lo cual los valores obtenidos para el PO solo presentaron valores de 50% y 100%. Destaca el caso del cocodrilo de clase 5, pues el único ítem presente fueron los peces.

Cuadro 3. Porcentaje de ocurrencia (PO) de los ítems por clase de tamaño. (Los porcentajes no son acumulativos, por la sobre-posición de los ítems)

Clase	n	PO Insectos	PO Arácnidos	PO Crustáceos	PO Peces	PO Mamíferos
1	39	89.7	68	20	2.8	0
2	2	0	50	100	50	50
3	1	0	100	100	100	0
5	1	0	0	0	100	0

Condición corporal

Diseño de un índice de condición corporal (ICC) para cocodrilos

A continuación se describe el ICC propuesto para *Crocodylus acutus*:

El índice condición corporal (ICC) está diseñado con base en la observación y palpación de cinco puntos. Estos son: 1) El hueso articular de la mandíbula (figura 8), 2) las vértebras cervicales (figura 9), 3) la fosa cervical, que se forma en la porción ventral de las vértebras cervicales (figura 10), 4) las escapulas (figura 9) y 5) la porción iliaca de la pelvis (figura 11) (Huchzermeyer, 2003). La valoración del índice va del 1 al 5, siendo de valor 1 un animal con un estado severo de desnutrición y el valor 5 un individuo con obesidad.

El índice presentó algunas dificultades en los cocodrilos de la clase 1. Esto se debe a que prácticamente todos los huesos son palpables por la baja rigidez y grosor de la piel. Este problema fue solucionado modificando el índice para la clase 1 para estimarlo con base solo en la visualización de los cinco puntos antes descritos.

Cada condición corporal se describe a continuación:

ICC-1: En esta condición, el hueso articular de la mandíbula, el hueso escapular y la pelvis en su porción iliaca son evidentes, y a la palpación son agudos. Las vértebras cervicales resultan evidentes y palpables, observándose una fosa en su porción ventral a la altura de las escamas cervicales. Se considera que este animal presenta un severo problema de desnutrición.

ICC-2: El hueso articular de la mandíbula, el hueso escapular y la pelvis en su porción iliaca no son visibles, pero a la palpación son agudos. Las vértebras cervicales son palpables, más no visibles, y la fosa cervical es poco evidente. Se considera a este animal en un estado intermedio de desnutrición.

ICC-3: El hueso articular de la mandíbula y la porción iliaca de la pelvis a su palpación se perciben convexos. El hueso escapular y las vértebras cervicales no son visibles ni palpables. La fosa cervical está ausente por completo. Se considera que este animal presenta un estado de nutrición óptimo.

ICC-4: Ningún punto óseo es visible, y la fosa cervical está ausente. El hueso articular de la mandíbula se palpa con gran dificultad y se percibe una gran acumulación de tejido graso.

Todos los demás puntos óseos no son palpables. Se considera a este animal en un estado intermedio de obesidad.

ICC-5: Ningún punto óseo es palpable o visible. Se observa una gran acumulación de grasa en la región cervical. Se considera a este animal como obeso.



Figura 8. El hueso articular de la mandíbula es señalado por flechas.



Figura 9. Los huesos escapulares son señalados por flechas blancas y las vértebras cervicales se señalan por flechas negras.



Figura 10. La fosa cervical es señalada por dos flechas que indican su amplitud.



Figura 11. La porción iliaca del hueso pélvico es señalado por una flecha.

Aplicación del ICC en los cocodrilos capturados

Los valores obtenidos para el ICC (cuadro 4) promediaron de forma general un valor de 2.91 (± 0.05). Para la clases 1, 3 y 5 se obtuvieron valores promedio de ICC = 3, mientras que la clase 2 obtuvo un promedio de ICC = 1.6. El ICC individual más bajo registrado fue de ICC = 1 para un individuo clase 2 de 106 cm; el valor más alto fue de ICC = 4 para un cocodrilo clase 5 de 441 cm.

Cuadro 4. Índice de condición corporal (ICC) obtenidos para cada clase de tamaño. El error estándar se muestra entre paréntesis.

Clase de tamaño	Muestras	Promedio del ICC	Máximo	Mínimo
Clase 1	n = 41	3 (± 0)	3	3
Clase 2	n = 3	1.6 (± 0.33)	2	1
Clase 3	n = 1	3	3	3
Clase 5	n = 4	3 (± 0.40)	4	2
Todas las clases	N = 49	2.9 (± 0.05)	4	1

El índice K obtuvo un promedio general de 2.6 (± 0.16) (cuadro 5). La clase 2 tuvo el promedio más bajo con una K = 2.1 (± 0.16), mientras que la clase 5 mostró el promedio más alto de K = 6.2 (± 0.54). El índice K más bajo fue de 1.8 para dos individuos, uno de clase 1 y otro de clase 2 (38 y 106 cm, respectivamente), mientras que el índice K más alto fue de 7.3 para un individuo de clase 5 (273 cm).

Cuadro 5. Índice K de Fulton para cada clase de tamaño; el valor entre paréntesis es el error estándar.

Clase de tamaño	Muestras	Promedio de K	Máximo	Mínimo
Clase 1	n = 41	2.3 (± 0.04)	3.0	1.8
Clase 2	n = 3	2.1 (± 0.16)	2.4	1.8
Clase 3	n = 1	3.6	3.6	3.6
Clase 5	n = 4	6.2 (± 0.54)	7.3	5.2
Todas las clases	N = 49	2.6 (± 0.16)	7.3	1.8

El Mi promedió un valor general de 796.86 (± 50) (cuadro 6). La clase 2 fue la que promedió bajo con un Mi = 658.87 (± 50) mientras que la clase 5 obtuvo el promedio más alto con un Mi = 1889 (± 163). El Mi más alto fue de 2215 para un cocodrilo clase 5 de 273 cm, y el Mi mínimo fue de 564 para un individuo clase 1 de 38 cm.

Cuadro 6. Índice de masa a escala (Mi) para cada clase de tamaño. El valor entre paréntesis es el error estándar.

Clase de tamaño	Muestras	Promedio Mi	Máximo	Mínimo
Clase 1	n = 41	692 (± 12)	907	564
Clase 2	n = 3	658 (± 50)	741	567
Clase 3	n = 1	1107	1107	1107
Clase 5	n = 4	1889 (± 163)	2215	1576
Todas las clases	N = 49	796 (± 50)	2215	564

El ICR promedio general es de 14.4 (± 7.68) (cuadro 7). La clase 1 obtuvo el promedio más bajo con un ICR = 0.14 (± 0.01), siendo la clase 5 la que obtuvo el promedio más alto con un ICR = 168 (± 53). El valor más bajo fue un ICR = 0.07 para un individuo clase 1 de 28.5 cm, mientras que el más elevado fue un ICR = 285.41 para un cocodrilo clase 5 de 441 cm.

Cuadro 7. Índice de condición relativa (ICR) para cada clase de tamaño; los valores entre paréntesis corresponden al error estándar.

Clase de tamaño	Muestras	Promedio ICR	Máximo Pi	Mínimo Pi	Máximo ICR	Mínimo ICR
Clase 1	n = 41	0.14 (\pm 0.01)	197	65	0.26	0.07
Clase 2	n = 3	2.22 (\pm 0.87)	2250	900	3.9	1.3
Clase 3	n = 1	19	21500	21500	19	19
Clase 5	n = 4	168 (\pm 53)	450000	150000	285	67
Todas las clases	N = 49	14.4 (\pm 7.68)	450000	65	285	0.07

El coeficiente de correlación de Pearson entre el ICC y K fue $P = 0.0144$, el ICC y el ICR tuvieron un coeficiente de correlación de 0.23, mientras que el coeficiente de correlación entre la K y el ICR fue de 0.69. Por lo tanto, nos indican que no existe correlación entre el ICC y los dos índices utilizados (K e ICR) y que si existe correlación entre K y el ICR.

DISCUSIÓN

Análisis de la dieta

Los objetivos principales de esta investigación fueron describir la dieta y el estado nutricional de la población de *Crocodylus acutus*; sin embargo, el único grupo que estuvo mejor representado por las muestras fue el de los cocodrilos clase 1 (cuadro 1). Los resultados presentados aquí reflejan de forma parcial la dieta y la condición corporal de las demás clases de cocodrilos. Una de las razones de esta subrepresentación se debe a que el muestreo se realizó durante la época de lluvias, estación del año donde las clases intermedias (en particular 2 y 3) suelen refugiarse en lugares inaccesibles (Richards *et al.*, 2003; Hernández-Hurtado *et al.*, 2011). La clase 5 no se encuentra bien representada debido a las dificultades técnicas que conlleva el manejo de estos animales; los individuos clase 5 que se encuentran en el sitio rondan un promedio de 3.5 m de longitud y un peso alrededor de los 250 kg, volviendo imposible una manipulación expedita para la realización del lavado gástrico.

Los ítems encontrados en las muestras de contenido estomacal analizadas se identificaron a niveles taxonómicos intermedios. Factores como la alta descomposición de los ítems, la

escasez de estudios de inventario para la fauna del sitio, la falta de una colección de referencia específica del sitio y la inexperiencia en identificar ítems de contenidos estomacales, contribuyeron a que no se pudiera avanzar más en las identificaciones.

En dos muestras de contenido estomacal se encontraron semillas, las cuales fueron identificadas como pertenecientes a la familia Euphorbiaceae. Casas-Andreu y Barrios-Quiroz (2003) mencionan también el hallazgo de semillas y sugieren que los cocodrilos podrían estar jugando un papel como dispersores secundarios; sin embargo, en estudios futuros será necesario comprobar que la semilla es capaz de permanecer viable después de haber atravesado todo el tracto digestivo y ser expulsada en las excretas. De igual manera, en dos muestras de contenido estomacal se observó la presencia de materia vegetal (hojas y troncos), la cual probablemente fue consumida por error al tragar la presa, como mencionan Thorbjarnarson (1989, 1993) y Villegas y Schmitter (2008).

En cinco muestras de contenido estomacal se encontraron gastrolitos; estos juegan un papel en el proceso digestivo, ayudando a moler el bolo alimenticio (Platt *et al.*, 1990, 2013). Se ha sugerido que los cocodrilos pequeños, al tener una dieta más rica en quitina, consumen un mayor número de piedras (Sokol, 1971; Davenport *et al.*, 1990; Fitch y Lance, 1993), lo cual parece comprobarse en este estudio, debido a que cuatro de las cinco muestras que contenían gastrolitos aparecieron en las clases 1 y 2. Además, creemos que la sonda utilizada para realizar el lavado gástrico en la clase 1 podría crear un sesgo, debido a que las piedras pudieran ser más grandes que la sonda. Por esta razón, la presencia de gastrolitos puede ser baja en la clase 1, y es nula en el estudio de Cupul-Magaña *et al.*, (2008).

En una muestra de contenido estomacal se encontró el nematodo parásito *Dujardinascaris helicina*. La presencia de parásitos en vías digestivas de cocodrilos ha sido reportada en diversos estudios (Pérez-Benítez *et al.*, 1980; Machida *et al.*, 1992; Moravec, 2001; Villegas y González, 2009) y esta especie en particular ha sido reportada también para *C. moreletii* en Yucatán (Moravec, 2001). Si bien el ciclo de vida del parásito se desconoce, es probable que en cierta etapa se encuentre encapsulado en tejido de ranas o peces (Villegas y González, 2009). El cocodrilo del que se obtuvo el parásito también presentó gran cantidad de escamas de peces.

El índice de Shannon obtenido ($H' = 1.18$), está altamente relacionado con el número de familias identificadas (7 familias). Al compararlo con los resultados obtenidos por Cupul-Magaña *et al.* (2008) en tres muestreos donde obtuvo valores de H' de 2.38, 2.52 y 2.28, es

notorio que nuestro resultado es más bajo, esto debido a que Cupul-Magaña *et al.*, (2008) logró identificar 20 familias. El índice de equidad de Pielou obtenido en este estudio ($J' = 0.61$) nos indica una diversidad media; estos valores se pueden explicar debido a que ciertas familias como la Palaemonidae, Dytiscidae y Brachyura, fueron dominantes sobre las demás, probablemente por sus hábitos acuáticos. Al comparar este resultado con los obtenidos por Cupul-Magaña *et al.*, (2008), quien obtuvo valores de J' de 0.92, 0.87 y 0.95, tenemos una muestra menos equitativa, pero también con una menor cantidad de familias identificadas. Se observó que en ambos estudios la familia Palaemonidae tuvo mayor abundancia (figura 6) y para el estudio de Cupul-Magaña *et al.*, (2008) la familia Pisauridae presentó también un alto PO; en este estudio no se logró identificar ninguna familia para el orden Aranae, pero este grupo presentó uno de los PO más altos.

En este estudio se encontró una dieta típicamente ontogénica (Taylor, 1979; Webb *et al.*, 1982; Platt *et al.*, 2013), donde las clases más pequeñas se alimentan principalmente de artrópodos, y conforme van creciendo en su dieta se van agregando vertebrados, siendo los peces la presa dominante (Álvarez del Toro, 1974; Hernández-Hurtado *et al.*, 2006; Platt *et al.*, 2006, 2013). Todas las clases presentaron peces en su dieta (cuadro 3); sin embargo, no fueron el ítem dominante en la dieta general, esto es probable que se deba a la baja representatividad de las clases 3, 4 y 5, clases en las cuales se ha sugerido que los peces son el principal componente de la dieta (Álvarez del Toro, 1974; Thorbjarnarson, 1988, 1989). Sin embargo, la dieta también depende de factores como el tipo de hábitat (Denaly y Abercrombie, 1986; Magnusson y Silva, 1987; Casas-Andreu y Barrios-Quiroz., 2003; Villegas y Schmitter, 2008) por lo cual la dieta dependerá del sitio de muestreo, lo que podría afectar el resultado.

Los resultados obtenidos para la clase 1 (cuadro 3), concuerdan con el trabajo de Álvarez del Toro (1974) y Medem (1981), quienes mencionan que los insectos son el principal componente de la dieta, ya que fue el grupo que obtuvo el PO más elevado para esta clase (PO = 89.7%). El valor es muy similar a los obtenidos por Platt *et al.*, (2006), Tucker y Limpus (1996) y McNease y Joanen (1977), quienes obtuvieron unos PO = 61%, 66% y 60%, respectivamente. Es probable que los cocodrilos de estadios más pequeños consuman principalmente insectos debido a la compatibilidad de tamaño (Webb *et al.*, 1982); así mismo, los insectos representan la clase con mayor número de individuos (Ruppert y Barnes, 1996), siendo más abundantes como presa. Dentro del grupo de los insectos, los coleópteros presentaron el mayor número de apariciones en las muestras, lo cual podría ser causado a

que son el orden con mayor número de individuos (Borror y White, 1970); sin embargo, esto también podría deberse a que presentan un cuerpo con más quitina, compuesto que permanece más tiempo en el estómago, al ser más difícil de digerir (Garnett, 1985; Santos, 1997).

Medem (1981) y Álvarez Del Toro (1974) mencionan que los insectos acuáticos conforman parte importante de la dieta de los cocodrilos pequeños. En los resultados obtenidos, la familia Dysticidae fue una de las más consumidas (figura 6); esto puede deberse a que comparten el ecotono agua-tierra (cuadro 2), aumentando la tasa de encuentro entre ellos (Borror y White, 1970). En nuestros resultados se registraron algunos insectos que no son de hábitos acuáticos (cuadro 2) lo cuales tuvieron una abundancia baja; sin embargo, esto nos podría sugerir que la búsqueda de alimento de los cocodrilos no se limita al ecotono, sino que pudieran realizar excursiones en tierra o cazar en las raíces del manglar (Palis, 1989; Thorbjarnarson, 1989; Platt *et al.*, 2013).

Los resultados para el PO obtenido de Araneae (figura 7) concuerdan con lo obtenido por Thorbjarnarson (1988), en un estudio en Haití, observando que los arácnidos fueron una presa común. Durante el muestreo se observó una gran abundancia de arácnidos acuáticos y nocturnos. Los cocodrilos, al compartir hábitat y ser cazadores nocturnos (Platt *et al.*, 2013), podrían tener mayor oportunidad de encontrarse con estas presas.

Thorbjarnarson señala un PO = 33.5% para los crustáceos, lo cual presenta similitud con lo obtenido en este estudio (PO = 27%) (figura 7). Los decápodos, al vivir en hábitats donde coexisten con los cocodrilos (cuadro 2), tienen mayor interacción con estos, lo cual aumentaría su abundancia en la dieta. Platt *et al.* (2013) menciona una dieta compuesta principalmente por crustáceos (PO = 75.2%); de igual manera, Villegas y Schmitter (2008) mencionan una gran presencia de ellos (aunque no se menciona el PO). El PO de crustáceos de Platt *et al.* (2013) dista mucho del de nuestro estudio (cuadro 3); sin embargo, dicho estudio fue realizado en ambientes totalmente marinos, donde probablemente la abundancia de este grupo sea mayor que en los manglares. Villegas y Schmitter (2008) realizó su estudio en un sitio que tiene presencia de sistemas de arrecife, donde los cocodrilos también pudieran encontrar estas presas en abundancia.

Índice de Condición Corporal (ICC)

El diseño y la aplicación del índice de condición corporal (ICC) presentaron algunos retos. Para empezar, al ser un índice que fue diseñado originalmente para ganado ovino (Jefferies,

1961) y ser desarrollado con mayor amplitud para bovinos lecheros, evidenció algunos problemas para ser implementado en cocodrilos, por lo cual modificaron y aumentaron los puntos de evaluación en los cuales se basa su calificación. Las costillas son un punto esencial en el índice original (Wildman *et al.*, 1982), y en un principio había sido planteado como elemento base; sin embargo, la anatomía particular de la especie no permite su visualización de las costillas en ningún caso y su palpación es más difícil mientras más grande es el cocodrilo, debido a que los escudos óseos se encuentran más calcificados en cocodrilos adultos (Álvarez del Toro, 1974).

Pero la región cervical, la cintura torácica y la cintura pélvica si presentaban cambios en los diversos estados nutricionales y fueron las regiones clave para el diseño de este índice. Al principio de la investigación se contaba con un índice diseñado de forma completamente teórica, pero conforme se fueron capturando individuos, éste se fue ajustando. Sin embargo, el objetivo de este trabajo es diseñar un índice para evaluar la condición corporal; la comprobación de su eficacia requerirá de estudios posteriores donde se evalúe su implementación, como el estudio realizado por Edmonson *et al.*, (1989), quien evaluó la implementación de un índice similar en ganado lechero, o estudios donde se comparen poblaciones con una condición corporal conocida baja, contra poblaciones con una condición corporal conocida alta.

Con base en el índice diseñado, el resultado promedio obtenido para todas las clases (cuadro 4) indica una condición corporal óptima en general para toda la población. Esto significa que los cocodrilos evaluados se encuentran con una reserva energética ideal, lo cual nos permite inferir que el sistema que habitan les está proporcionando todo lo que necesitan, y eso se ve reflejado en sus reservas energéticas (Wildman *et al.*, 1982).

La clase 1 presentó una condición corporal óptima (cuadro 4) y sólo un cocodrilo de esta clase fue encontrado sin contenido estomacal, lo cual pudiera indicarnos que no hay escasez de recursos para la dieta. Los cocodrilos clase 2 presentaron el ICC más bajo (cuadro 4) y aunque el número de muestras es muy bajo, se podría hipotetizar que esta clase podría estar presentando problemas para encontrar los recursos necesarios debido a la competencia presentada con las clases de tamaño mayor o su distribución en áreas subóptimas (Richards *et al.*, 2003; Fujisaki *et al.*, 2009; Hernández-Hurtado *et al.*, 2011). El caso de las clases 3 y 4 debería ser similar; sin embargo, Barr (1997) menciona que los estadios juveniles cambian su condición corporal de acuerdo al nivel de agua, el cual depende de la estación del año (en estación seca aumenta la condición corporal). Hay que

considerar que la clase 3 presentó un nivel óptimo (cuadro 4) lo cual estaría en contra de lo propuesto, pero la muestra es de un individuo, mientras que para la clase 4 no hubo capturas; por esto, esta hipótesis deberá ser comprobadas con estudios posteriores donde se tenga una muestra adecuada de individuos de esta clase.

La clase 5 presentó, en general, un ICC óptimo, aunque un individuo presentó un ICC alto (cuadro 4), lo cual podría indicarnos que ésta clase encuentra todos los recursos e inclusive es capaz de almacenar reservas arriba del valor óptimo, hay que tener en cuenta que en este sitio los cocodrilos grandes son alimentados por los pobladores. Por otro lado, una hembra de 297 cm, la cual fue capturada el 15 de agosto, presentó un ICC bajo (cuadro 4), lo cual podría indicar que ciertos sujetos presentan dificultades para obtener sus recursos nutricionales o que ciertos estados fisiológicos como la fecundación, puesta y anidación podrían repercutir de forma temporal en la condición corporal (Fujisaki *et al.*, 2009; Mazzotti *et al.*, 2012) Esto también queda en forma de hipótesis, la cuales deberán ser estudiadas en el futuro.

Los resultados obtenidos para el índice K ($K = 2.6$) presenta similitudes con los estudios realizados por Fujisaki *et al.*, (2009) en *A. mississippiensis* y Mazzotti *et al.*, (2012) con *C. moreletii*, quienes indican un índice K general igual a 2.89 y 2.35, respectivamente. El valor mínimo obtenido por Fujisaki *et al.*, (2009) es $K = 1.17$, mientras que Mazzotti *et al.*, (2012) reporta un $K = 1.08$; estos valores son similares a los obtenidos en este estudio (cuadro 5). El caso es diferente para los máximos, pues Fujisaki *et al.*, (2009) obtuvieron una K máxima de 3.34 y Mazzotti *et al.*, (2012), una K máxima de 4.74, mientras que para este estudio se obtuvo una K de 7.3 (cuadro 5). Esto podría deberse a que algunos cocodrilos analizados en este estudio son más grandes y pesados; es necesario recordar que el índice K indica la relación entre el peso y el largo, valores que al ir aumentando producirán que el índice K aumente.

Al comparar el ICR promedio de este estudio ($ICR = 3$) (cuadro 6) con el estudio realizado por Babarro y Hernández (2013) quienes calcularon este índice para dos poblaciones de cocodrilos, una de ellas nacida en cautiverio (población 1 con un $ICR = 1.42$) y la otra en vida libre (población 2 con un $ICR = 0.81$), podemos observar una gran diferencia comparados con nuestros datos; esto se puede entender ya que la población que él estudia fue de cocodrilos de clases 1, 2 y 3, sin considerar los clase 4 y 5; estas clases, al ser agregadas al estudio elevan los valores del ICR, volviendo imposible su comparación, inclusive con las mismas clases de tamaño. Sin embargo al calcular el ICR sin incluir a la clase 5 (no tuvimos

clase 4), obtuvimos un $ICR = 0.71$, valor muy parecido a lo obtenido por Babarro y Hernández (2013) para la población en vida silvestre.

Los valores obtenidos en el índice de correlación de Pearson se deben a que tanto el índice K como el ICR se basan en la relación existente entre el peso y el largo, mientras que el ICC es totalmente independiente de estos valores (Wildman *et al.*, 1982; Dennis *et al.*, 1996), indicándonos que el índice diseñado evalúa e interpreta la condición corporal de forma distinta. Sin embargo, para el ICC e ICR el valor más elevado fue el presentado para un individuo de 441 cm (cuadro 4 y 6) mientras que para K, el más alto fue un individuo de 273 cm. Esto debe ser analizado con cautela, pues hay que recordar que el peso de los clase 5 fue tomado de forma subjetiva. En cuanto a la condición corporal más baja, ICC y K indican que el individuo de 106 cm presentó el menor valor, mientras que el ICR más bajo fue para un individuo de 28.5 cm.

Los índices de condición corporal han demostrado su eficacia como indicadores de la salud del individuo y del ecosistema donde habita (Murphy *et al.*, 1990; Zweig, 2003; Fujisaki *et al.*, 2009; Mazzotti *et al.*, 2009, 2012). Sin embargo, la tendencia a utilizar índices basados en la relación lineal entre peso y largo (Green, 2001) limita la información obtenida y por tanto su capacidad descriptiva. Durante el presente estudio se pudieron observar las siguientes fallas en dichos índices:

Los índice K e ICR estiman la condición corporal del animal asumiendo un crecimiento isométrico, pero los cocodrilos solo tienen este tipo de crecimiento cuando se establece la relación entre peso y largo (Zweig, 2003; Mazzotti *et al.*, 2012), pero cuando se toman otras medidas para determinar el volumen, como es el caso de la circunferencia de la cola, este crecimiento isométrico no existe (Zweig, 2003) y al no tomar estas medidas en cuenta, se crea un sesgo en el índice ya que, como lo indica Bolton (1994), el 20% del peso de un cocodrilo se concentra en la cola y varios autores señalan que esta porción del cuerpo aumenta de tamaño conforme el animal “engorda”, no conforme aumenta de tamaño (Álvarez del Toro, 1974; Huchzermeyer, 2003; Babarro y Hernández, 2013). El ICC no asume un crecimiento isométrico, ya que su fundamento es que las reservas grasas se acumulan en áreas específicas no dependientes del peso o el largo (Wildman *et al.*, 1982). El largo no es un buen indicador de condición corporal, y diversos autores señalan lo mismo referente al peso (Wildman *et al.*, 1982; Mollie y Cullere, 1996; Aptekmann *et al.*, 2014). En este último caso, se debe a que no se sabe con certeza qué es lo que se está pesando; por ejemplo, ciertos procesos patológicos (tumores, esplenomegalia, ascitis, etc.) podrían

interferir en el peso (Mollie y Cullere, 1996). En situaciones de deficiencia, el ICC baja más rápido que el peso, y los animales pueden presentar el mismo peso pero un ICC diferente, debido a que el peso cambia en composición y valor energético (dependiendo su conformación: grasa, musculo, hueso, etc.) (Dennis *et al.*, 1996).

En los índices K e ICR, la condición corporal va aumentando conforme el animal va creciendo debido a la relación entre peso y longitud; es obvio que un animal de clase 5 es más pesado y largo que uno de clase 1. Pero ¿esto indica una mejor condición corporal? Ciertamente indica una masa corporal mayor, pero no nos muestra de forma certera la diferencia entre condiciones corporales: un cocodrilo clase 5 con un ICC = 1 tendría una K de Fulton y un ICR mayores que un cocodrilo clase 1, a pesar de que este tuviera un ICC = 3. El hecho de que tanto K como ICR no permitan la comparación entre clases, dificulta saber en qué clase de tamaño se están presentando condiciones corporales bajas o altas, y por tanto, la búsqueda de causas diferenciadas para esto. Esto se corrige mediante el uso del ICC, que se enfoca en una valoración con una lógica distinta.

Si bien la condición corporal de los individuos varía dependiendo diversos factores biológicos y abióticos, si se plantea utilizarla como una herramienta para medir la salud de las poblaciones y del ecosistema, se requiere que existan un valores de referencia o “ideales” contra los cuales contrastar los datos de la población (Wildman *et al.*, 1982). La forma de obtener este valor en los índices K de Fulton y ICR, suele ser con base en el valor medio de la muestra (Zweig, 2003). El problema de este sistema es que, si la población en general se encuentra bajo algún fenómeno que afecte su condición corporal, el valor medio también reflejaría este fenómeno y por lo tanto no sería el adecuado. Otro problema es que, al menos en el caso del índice K, fue diseñado originalmente para pesquerías, donde entre más largo y pesado sea un animal (K mayor), la condición corporal es mejor (enfoque isométrico). Sin embargo estudios realizados con índices similares al ICC han comprobado que al menos en vertebrados tetrápodos entre más alto sea el valor obtenido (valores que indican obesidad) es mayor la incidencia de problemas de salud, incluyendo los reproductivos (Gillund *et al.*, 2001).

Con base en lo anterior, la cantidad de abstracciones matemáticas necesarias para comprender y aplicar el cálculo de los índices los vuelve difíciles de comunicar a los no especialistas. El ICC propuesto aporta una forma alternativa de evaluar la salud general de los animales y su ambiente, más intuitiva y fácil de aplicar por los técnicos y los propietarios para el manejo de las especies de cocodrilos. Sin embargo, esta investigación no pretende

que se substituyan los índices tradicionales por el aquí propuesto, sino romper con la idea que propone Zweig (2003): “La condición corporal es siempre una función de largo y peso”. Desechando esta idea se puede revalorar el concepto de condición corporal, aumentando de forma importante el conocimiento de los cocodrilos y su hábitat.

CONCLUSIONES

El grupo de la población estudiada de *Crocodylus acutus* en el estero La Manzanilla, tiene una dieta compuesta principalmente por artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) y menormente por vertebrados (peces y mamíferos).

La dieta de los cocodrilos clase 1 y 2 está compuesta principalmente de insectos y arácnidos, lo cual está relacionado a la abundancia y tamaño de las presas.

La dieta descrita es de tipo ontogénica, pero los peces y mamíferos no fueron los mejor representados debido al bajo número de cocodrilos de las clases 4 y 5 que fueron capturados.

La diversidad en la dieta de *Crocodylus acutus* clase 1, es media, comparada con estudios similares, y presenta un consumo dominante de las familias Dysticidae, Palaemonidae y Brachyura, debido a que estas comparten el ambiente acuático con el cocodrilo.

Otras familias (Elateridae, Scarabidae, Stenopelmatidae y Formicidae) son consumidas incidentalmente ya que son de hábitos terrestres, lo cual nos indica que los hábitos de cacería del cocodrilo no se limitan a ambientes acuáticos. Por lo tanto, los hábitats de las presas determinan su presencia y abundancia en la dieta de *C. acutus*.

El índice de condición corporal (ICC) diseñado, fue capaz de evaluar la condición corporal de la población evaluada. Con base en nuestros resultados, la clase 2 presentó la condición corporal más baja, mientras que la clase 1 y 5 tuvieron una condición corporal ideal.

El ICC propuesto en este trabajo logra contrarrestar las deficiencias de los índice K y ICR al basarse en zonas que cambian según el estado nutricional del animal, no por su tamaño o peso; por ello, la comparación entre clases es posible. La obtención e interpretación de los resultados es más sencilla, al indicar un rango de condiciones corporales.

RECOMENDACIONES DE MANEJO

Las medidas de manejo son más eficientes cuando están basadas en el conocimiento de la historia natural de los organismos; los estudios de dieta son fundamentales para entender la ecología de las especies, por lo cual su comprensión es útil para crear planes efectivos de protección y aprovechamiento. Es por esto que se recomienda seguir con estudios de la dieta de *Crocodylus acutus* en el estero La Manzanilla, y en general en los estados del occidente de México.

Se requieren de estudios que nos indiquen la abundancia y distribución de las presas identificadas. Es necesario aumentar los inventarios y colección de fauna del sitio, para poder proteger no solo al cocodrilo, sino también a sus presas. Todas estas especies son parte del ecosistema.

Es necesario incorporar el índice de condición corporal (ICC) junto con los índices “tradicionales” (K e ICR) para poder dar información más precisa de la situación del cocodrilo en su hábitat.

El índice diseñado requiere que sea probado para valorar su eficacia, sensibilidad e implementación, por lo cual se sugieren la realización de estudios donde se evalué:

- Su implementación en poblaciones con diferentes condiciones de hábitat.
- La facilidad de implementación e interpretación.
- Su relación con procesos patológicos, fisiológicos y ambientales.

LITERATURA CITADA

- Allen. R. 1974. The marine crocodile, *Crocodylus porosus*, from Ponape, Eastern Caroline Islands, whit notes on food habits of crocodiles from the Palau Archipelago. *Copeia*. 2 (13):553
- Álvarez del Toro. M. 1974. Los Crocodylia de México. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México, D. F. pp. 21-44.
- Aptekmann. K. P., J. A. Mendes., P. C. Bonna., S. M. Coqueiro y G. M. Ventorin. 2014. Comparação dos diferentes métodos de avaliação corporal em felinos. *Rev. Bras. Med.* 36(2):215-218.
- Aranda. M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO. Xalapa, Veracruz. México. Pp. 27
- Arita. H. y M. Aranda. 1987. Técnicas para el estudio y clasificación de los pelos. Instituto nacional de investigación sobre recursos bióticos. Xalapa, Veracruz, México.
- Babarro. R. y O. Hernández. 2013. Análisis comparativo del crecimiento e índice de condicion corporal del caimán del Orinoco (*Crocodylus intermedius*) en dos tipos de zocriadero en Venezuela y sus implicaciones para la conservación. *Bol. Acad. C. Fis., Mat. Y Nat.* 72(1):25-39.
- Balaguera. R. y M. González. 2010. Percepciones, conocimiento y relaciones entre los Crocodylia y poblaciones humanas en la vía Parque Isla de Salamanca y su zona de amortiguamiento, Caribe Colombiano. *Revista Latinoamericana de Conservación*. Vol. 1(1):53-63
- Barnard. E. A. 1973. Comparative animal physiology. Chapter 4: Comparative biochemistry and physiology of digestión. Third edition. W,B, Saunder Company. Philadelphia USA. Pp 133-164
- Barr. B. 1997. Food habits of the American alligator, *Alligator mississippiensis*, in the southern Everglades. Tesis de doctorado, University of Miami, USA.
- Blackwell. B. G., M. L. Brown y D. W. Willis. 2000. Relative weight (Wr) status and current use in fisheries assessment and management. *Rev. Fish Sci.* 8(1):1-44.

- Boersma. P. D. 1998. Population trends of the Galapagos penguin: impacts of El Nino and La Nina. *Condor* 100(2):245–53.
- Bolton. M. 1994. The management of crocodiles in captivity. FAO Conservation Guide 22. Food and Agriculture Organization. Rome. 62p
- Borrer. D., y R. White. 1970. The Peterson field guide series. A field guide to the insects of America north of Mexico. Edit. Houghton Mifflin. USA.
- Brown. J. L., A. C. Bellem., M. Fouraker., D. E. Wildt., y T. L. Roth. 2001. Comparative analysis of gonadal and adrenal activity in the black and white rhinoceros in North America by noninvasive endocrine monitoring. *Zoo. Biol.* 20(6):463–86.
- Cadi. A., y P. Joly. 2003. Competition for basking places between the endangered European pond turtle (*Emys orbicularis galloitalica*) and the introduced red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*). *Can. J. Zool.* 81(8):1392–8.
- Callejo. A., y M. Delibes. 1987. Dieta de la nutria *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) en la cuenca del alto Ebro, norte de España. *Misc. Zool.*, 11:353-362.
- Carter. S. L. 1997. The habitat ecology of bog turtles (*Clemmys muhlenbergii*) in southwestern Virginia. Blacksburg, VA: Virginia Polytechnic Institute and State University. p 89.
- Casas-Andreu. G., y G. Barrios-Quiroz. 2003. Hábitos alimenticios de *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) determinados por el análisis de sus excretas en la costa de Jalisco, México. *Anales del instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología* 74(1): 35-42.
- Cedeño-Vázquez. J. R., F. González-Ávila., y J. M. Castro-Pérez. 2011. Condición corporal del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en el Rio Hondo, Quintana Roo, México. *Quehacer científico en Chiapas.* 1(11):19-26
- Correa-Orozco. A., y L. F. Uribe-Velázquez. 2010. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. *Rev. Fac. Nac. Agr. Medellín.* 63(2):5607-5619.
- Cupul-Magaña. F, A. Rubio-Delgado., Molano., y J. Reyes. 2008. Contenido estomacal de neonatos de *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807) en Boca negra, Jalisco. *Bol. Soc .Herpetol. Mex.* 16(2): 41-45

- Cupul–Magaña, F. G. (2002). Edad del cocodrilo de río *Crocodylus acutus*, usando el modelo de Von Bertalanffy. Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana. 10(2):47–50.
- Davenport. J., D. J. Grove., J. Cannon., T. R. Ellis., y R. Stables. 1990. Food capture, appetite, digestion rate and efficiency in hatchling and juvenile *Crocodylus porosus*. Journal of Zoology 220:569–592.
- Delany. F. M., y C. L. Abercrombie. 1986. American alligator food habits in north central Florida. Journal of Wildlife Management 50:348-353.
- Dennis. B.H., y L. R. Sprott. 1996. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Agrilife Extension. Texas. B-1526.
- Dinets. V., y J. Brueggen. 2013. Crocodilians use tools for hunting. Ethology, ecology and evolution. Ecology & Evolution 25 (2): 174-184.
- Domínguez-Lazo. J., O. F. Hinojosa., y S. P. Padilla S. 2011. Métodos de marcaje y recaptura de ejemplares (MRE) Sánchez Herrera Óscar, Programa de monitoreo del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) CONABIO, México.
- Edmonson. A. J., I. J. Lean., L. D. Weaver., T. Farver., y G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Sci 72:68-78.
- Fischer. W., F. Krupp., W. Scheider., C. Sommer., K. Carpenter., y V. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de peces para los fines de pesca. Pacifico centro-oriental. Roma, FAO, 1-2: 647-1813.
- Fitch. S. H., y V. Lance. 1993. Behavioral observations of lithography in captive juvenile alligators. Journal of Herpetology. 27(3): 335–337.
- Fitzgerald. L. A. 1989. An evaluation of stomach flurshing techniques for crocodilians. Journal of Herpetology. 23(2):170-172.
- Fogarty. M., y D. Alburry. 1967. Late summer foods of young alligators in Florida. Proc. Southeastern association of game and fish commissioners. Cont 25:106-117
- Fujisaki. I., K. G. Rice., L. G. Pearlstine., y F. J. Mazzotti. 2009. Relationship between body condition of american alligators and water depth in the Everglades, Florida. Hydrobiologia 635:329-338.

- Fulton. T. W. 1902. The rate of growth of fishes. 20th. Annual report of the Fishery. Board of Scotland. (3) 326-446.
- Garnett. S. 1985. The consequence of slow chitin digestion on crocodilian diet analysis. *Journal of Herpetology*. 19(2):303-304.
- Gerow. K. G., R. C. Anderson., y W.A. Hubert. 2005. A new method to compute standard-weight equations that reduces length-related bias. *North Am J Fish Management* 25(4):1288–300.
- Gillund. P., O. Reksen., T. Gröhn., y K. Kalberg. 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1390-1396.
- Green. A. J. 2001. Mass/length residuals: measures of body condition or generators of spurious results? *Ecology*. 82(5):1473–1483.
- Grigg. G., y C. Gans. 1993. *Fauna of Australia Vol. 2^a. Amphibia and Reptilia. Chapter 40. Morphology and physiology of the crocodylia.* Canberra Australia. Australia government publishing Service. Pp. 326-336.
- Hernandez-Hurtado. P.S., H. Nolasco-Soria., H. Hernández-Hurtado., F. C. Cupul-Magaña., B. Jaime-Ceballos., J. Galindo-López., O. Carrillo-Farnés., y F. Vega-Villasante. 2012. Efecto de tres dietas en el crecimiento de crías de cocodrilo americano *Crocodylus acutus*. *Arch. Zootec.* 61 (234): 313-316. 2012.
- Hernández-Hurtado. H., R. M. García de Quevedo., y P. S. Hernández Hurtado. 2006. Los cocodrilos de la costa Pacífico occidental (Michoacán, Colima y Jalisco) de México. Jiménez Quiroz y Espino Barr. *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán.* SAGARPA. México.
- Hernández-Hurtado. H., V. Romero y Hernández-Hurtado. P. S. 2011. Ecología poblacional de *Crocodylus acutus* en los sistemas estuarinos de San Blas, Nayarit, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* 82: 887-895.
- Hernández-Hurtado. P.S. 2012. Alimentación y nutrición de crías de cocodrilo de río, *Crocodylus acutus*, en cautiverio en la UMA reptilario Cipactli. Tesis de doctorado. Universidad de Guadalajara. México.
- Hernández-Vázquez. S. 2005. Aves estuarinas de la costa de Jalisco, México: análisis de la comunidad, reproducción e identificación de áreas de importancia para la

conservación de las aves. Disertación doctoral sin publicar. Instituto Politécnico Nacional. México.

Hernández-Vázquez. S. 2001. Observaciones diurnas del cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) en el estero La Manzanilla, Jalisco, México. Boletín del centro de investigaciones biológicas. 35 (3): 283-294.

Huchzermeyer. W. 2003. Crocodiles Biology husbandry and diseases. CABI. Publishing. South África. Pp. 60-61

Huerta. O. S. 2005. Dinámica poblacional del caimán (*Crocodylus acutus*, Cuvier 1807, CROCODYLIDAE) en Jalisco, México. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. México.

Jefferies. B. C. 1961. Body condition scoring and its use in management. Tasmanian J. Agric., Min. Agric. 32: 19.

Jeusette. I., D. Greco., F. Aquino., J. Dettleux., M. Peterson., V. Romano., y C. Torre. 2010. Effect of breed on body composition and comparison between various methods to estimate body composition in dogs. Res. Vet. Sci. (2009), doi: 10.1016/j.rvsc.2009.07.009

Jorgensen. B. C. 1972. Nutrition. Malcom S. Gordon. Animal Physiology: Principles and adaptations. Third edition. MacMillan Publishing. New York. Pp 16-51.

Juárez. D., C. Estrada., y M. Bustamante. 2009. Guía ilustrada de pelos para la identificación de mamíferos mayores y medianos de Guatemala. Escuela de biología. Facultad de ciencias químicas y farmacia. Guatemala.

Leonart. J., J. Salat., y J. Torres. 2000. Removing allometric effects of body size in morphological analysis. J. Theor. Biol. 205: 85-93.

Machida. M., J. Araki., P. Regoniel., F. Pontillas., y Y. Kurata. 1992. Three species of ascaridoid nematodes from crocodiles in the Philippines. Bulletin of the National Science Museum, Tokyo, Series A 18:95–102.

Magnusson. W. y E. Silva. 1987. Diet of Amazonian crocodilians. Journal of herpetology. 21(2):85-95.

- Mañas. M. 2003. Cap 10: Aparato gastrointestinal. Gibney Michael J. Nutricion y metabolismo. Zaragoza España. Editorial Acribia. Pp 215-121.
- Mazzotti. F., G. Best., L. Brandt., M. Cherkiss., B. Jeffery., y K. Rice. 2009. Alligators and crocodiles as indicators for restoration of Everglades ecosystems. *Ecological Indicators* 9: S137– S149.
- Mazzotti. F., M. S. Cherkiss., L. A. Brand., I. Fujisaki., K. Hart., B. Jeffery., S. T. Mcmurry, S. Platt., Rainwater y J. Vinci. 2012. Body condition of Morelet’s crocodiles (*Crocodylus moreletii*) from Northern Belize. *Journal of herpetology*. 46(3):356-362
- McNease. L., y Joanen T. (1977) Alligator diets in relation to marsh salinity. Proc. Sotheastern Association of game and fish commissioners. 31st annual meeting p 15.
- Medem. M. F. 1981. Los Crocodylia del Sur de América. Ministerio de educación nacional. Bogotá, Colombia.
- Méndez de la Cruz. F., y G. Casas Andreu. 1992. Status y distribución de *Crocodylus acutus* en la costa de Jalisco, México. *Anales Inst. Biol. Univ. Autón. México. Ser. Zool.* 63(1): 125-133.
- Mollie. H., y U. Cullere. 1996. Body condition scoring: A rapid and accurate method for assessing health status in mice. *Laboratory animal science*. 49(3): 319-323
- Monroy-Vilchis., y R. Rubio-Rodríguez. 2003. Guía de identificación de mamíferos terrestres del estado de México, a través del pelo de guardia. Universidad autónoma del estado de México. Toluca, México.
- Moravec. F., 2001. Some helminth parasites from Morelet’s Crocodile, *Crocodylus moreletii*, from Yucatan, Mexico. *Folia Parasitologica* 48:47–62
- Murphy. B., Brown. M., y A. Springer., 1990. Evaluation of the relative weight (Wr) index, with new application to walleye. *North American Journal of Fisheries Management* 10: 85–97.
- Nagy. K. A., B. T. Henen., D. B. Vyas., y I. R. Wallis. 2002. A condition index for the desert tortoise (*Gopherus agassizii*). *Chelonian Conserv Biol* 4:425–9.
- Nash. M., y H. Valencia. 2006. The origin of Fulton’s condition factor – Setting the record straight. *Fisheries Vol.* 31(5): 236-238

- Palis. J. G. 1989. *Alligator mississippiensis* (American Alligator). Foraging behavior. Herpetological Review. 20:69.
- Pérez-Benítez. I., G. Sardinias., A. Benítez., y I. Benítez. 1980. Report and course of an acute parasitic infection due to *Acanthostomum loossi* in young animals from a commercial crocodile hatchery (*C. acutus* and *C. rhombifer*). Revista Cubana de Ciencias Veterinarias 11:79–83.
- Platt. S., G. Brantley., y H. Hastings. 1990. Food habits of juvenile American Alligators in the upper Lake Pontchartrain Estuary. Northeast Gulf Science 11:123–130.
- Platt. S., T. Rainwater., A. Finger., T. Thorbjarnarson., T. A. Anderson., y S. T. Mcmurry. 2006. Food habits, ontogenetic dietary partitionig and observations of foraging behavior of Morelet´s crocodile (*Crocodylus moreletii*) in northern Belize. Herpetology journal. 16: 281-290
- Platt. S., J. Thorbjarnarson., T. Rainwater., y D. Martin. 2013. Diet of the American crocodile (*Crocodylus acutus*) in marine everonments of coastal Belize. Journal of herpetology. 47(1):1-10.
- Ponce-Campos. P. 2004. Breve análisis sobre la situación de las poblaciones de *Crocodylus acutus* en México. Reporte 2004. VI Reunion de trabajo del COMACROM. Puerto Vallarta, Jalisco 25-27 agosto. 10p
- Porth. M. C. 2007. Fisiopatología: Salud-enfermedad un enfoque conceptual. 7ª edición. Editorial medica panamericana. México. Pp: 15-60
- Rice. A. N. 2004. Diet and condition of American alligators (*Alligator mississippiensis*) in three central Florida lakes. Tesis de maestria. University of Florida, USA.
- Rice. A. N, J. P. Ross., A. G. Finger., y R. Owen. 2006. Application and evaluation of a stomach flushing technique for Alligators. Herpetology Review. 36(4): 400-401.
- Richards. P., W. Mooij., y L. De Angelis. 2003. Evaluating the relative effects of life history stages in the conservation of the American Crocodile (*Crocodylus acutus*) in Florida. Florida Scientist 66:273-286.
- Ricker. W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. Bulletin of the fisheries research board of Canada. 191:1-382

- Ruppert. E., y R. Barnes. 1996. Zoología de los Invertebrados. McGraw Hill, Madrid, España.
- Rymer. J. T. 1861. General outline of the organization of the animal kingdom, and manual of comparative anatomy. Third edition. London. Pp 560-563.
- Santos. A. S. 1997. Dieta e nutrição de crocodilianos. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 59p. (EMBRAPA-CPAP. Documentos, 20).
- Seijas. A. E., Cuevas. H.L., y N. González. 2003. Adaptación al medio natural de babas (*Caiman crocodilus*) criadas en cautiverio. Interciencia. 28(006).
- Silva-Bátiz. F.A., Hernández-Vázquez. S., y Galván P. V. 2007. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar (FIR)
- Sokol. O. 1971. Lithophagy and geophagy in reptiles. Journal of Herpetology. 5: 67–71.
- Stevenson. R., y A. Woods. 2006. Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. Integrative and comparative biology. 46(6):1169-1190.
- Taylor. A. J., G. Webb., y W. Magnusson. 1978. Methods of obtaining stomach contents from live crocodilinas (Reptilia-Crocodylidae) Journal of herpetology 12(3):415-417
- Taylor. J. 1979. The foods and feeding habits of subadult *Crocodylus porosus* Schneider in Northern Australia. Australian Wildlife Research 6: 347–359.
- Thorbjarnarson. J. 1988. Status and ecology of the American crocodile in Haiti, Bulletin of the Florida State Museum. 33:1-86.
- Thorbjarnarson. J. 1989. Ecology of the American crocodile, *Crocodylus acutus*. In: Crocodiles. Their ecology, management and conservation. Pp. 228-259. In: IUCN Publication New Series, Switzerland.
- Thorbjarnarson. J. 1992. Crocodiles. An Action Plan for their Conservation. The World Conservation Union. Switzerland.
- Thorbjarnarson. J. 1993. Diet of the spectacled caiman (*Caiman crocodilus*) in the central Venezuelan llanos. Herpetologica. 49(1): 108-117
- Thorbjarnarson. J. 2010. American Crocodile *Crocodylus acutus*. Pp. 46-53 in Crocodiles. Status Survey and Conservation Action Plan. Third edition.

- Tuker. A., y C. Limpus. 1996. Ontogenetic dietary partitioning by *Crocodylus johnstoni* during the dry season. *Copeia*. 1996(4):978-988.
- Ullman. C. M., y C.J. Foltz. 1999. Body Condition Scoring: A Rapid and Accurate Method for Assessing Health Status in Mice. *Laboratory animal Science*. Vol. 49, No. 3.
- Valdelomar. V. V., y M. S. Quesada. 2012. Percepción y conocimiento popular sobre el cocodrilos *Crocodylus acutus* (Reptilia: Crocodylidae) en zonas aledañas al río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. *Cuadernos de investigación UNED* vol. 4(2) diciembre 2012.
- Vervaecke. H., C. Roden., y H. D. Vries. 2005. Dominance, fatness and fitness in female American bison, *Bison bison*. *Anim Behav*. 70:763–70.
- Villalobos. J. 1998. Taxonomía de los crustáceos con énfasis en el orden Decapoda. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), México.
- Villegas. A., y S. D. Gonzales. 2009. Gastrointestinal helminth parasites of the american crocodile (*Crocodylus acutus*) in southern Quintana Roo, México. *Herpetological conservation and Biology*. 4(3):346-351.
- Villegas. A., y S. Schmitter. 2008. Feeding habits of the american crocodile, *Crocodylus acutus* (Cuvier, 1807)(reptilian: crocodylidae) in the southern coast of Quintana Roo, México. *Acta Zoologica Mexicana (nueva serie)*, vol. 24. Num 3, 2008, pp. 117-124. Xalapa.
- Webb. G. J., C. S. Manolis., y R. Buckworth. 1982. *Crocodylus johnstoni* in the McKinlay river área, N.T.I. variation in the diet, and a new method of assesing the relative importance of prey. *Austral Journal of Zoology*. 30: 877-899.
- Wege. G. J., y Anderson R.O. 1978. Relative weight (Wr)—new index of condition for approaches to the management of small impoundment. In: Novinger GD, Dillard JG, editors. *New approaches to the management of small impoundments*. Bethesda, MA: American Fisheries Society, North Central Division, Special Publication. pp 79–91.
- Whitaker. R., y Z. Whitaker. 1989. Ecology of the mugger crocodile. In: *Crocodiles, their ecology, management, and conservation*. IUCN Publications New Series. Gland, Switzerland, pp. 276-296

- White. E. R. 1983. Peterson Field Guides. Beetles of North America. Edit. Houghton Mifflin. USA.
- Whiteman. N. K., y P. G. Parker. 2004. Body condition and parasite load predict territory ownership in the Galapagos hawk. *Condor* 106:915–21.
- Wildman. E.E., G. M. Jones., P. E. Wagner., R. I. Bowman., H. F. Trout., y T. N. Lesch. 1982. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production variables in high-producing Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 65: 495.
- Wildman. E. E. 1979. The effects of a dairy cow body condition scoring system on selected production and metabolic parameters. Tesis de doctorado. Virginia Polytechnic Inst. State Univ. USA
- Williams. A. B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- Zweig. C. L. 2003. Body condition index analysis for the American alligator (*Alligator mississippiensis*). Tesis de maestria. University of Florida. USA.